Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Oficina de Montevideo
Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe

Aprender ciencias en las escuelas primarias de América Latina

Educación 2030

El Sector de Educación de la UNESCO

La educación es la prioridad principal de la UNESCO porque es un derecho humano esencial y es la base para consolidar la paz e impulsar el desarrollo sostenible. La UNESCO es la organización de las Naciones Unidas especializada en educación y su Sector de Educación proporciona un liderazgo mundial y regional en la materia, fortalece los sistemas educativos nacionales y responde a los desafíos mundiales de nuestra época mediante la educación, con un enfoque especial en la igualdad de género y África.

La Agenda Mundial de Educación 2030

En calidad de organización de las Naciones Unidas especializada en educación, la UNESCO ha recibido el encargo de dirigir y coordinar la Agenda de Educación 2030. Este programa forma parte de un movimiento mundial encaminado a erradicar la pobreza mediante la consecución, de aquí a 2030, de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. La educación, fundamental para alcanzar todos estos objetivos, cuenta con su propio objetivo específico, el ODS 4, que se ha propuesto ***"garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos".*** El Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación para la aplicación de este ambicioso objetivo y sus compromisos.

UNESCO
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Sector de Educación

Educación 2030

Publicado en 2020 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia y la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Oficina de UNESCO en Montevideo, (Luis Piera 1992, Piso 2, 11200) Montevideo, Uruguay.

© UNESCO 2020

MTD/ED/2020/RP/01

Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto (http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de las organizaciones que coordinaron y/o apoyaron este trabajo, ni las comprometen.

Maquetación: María Noel Pereyra

Foto de tapa: Getty/monkeybusinessimages

Aprender ciencias en las escuelas primarias de América Latina

Melina Furman

Prólogo

Foto: UNESCO Montevideo

En 1999 durante la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, bajo los auspicios de la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), delegados de casi 150 países, premios Nobel y presidentes de academias científicas declaraban que *"Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico"*. Esta declaración marca un hito histórico, acordando a nivel global el rol de la ciencia al servicio del conocimiento y por ende al servicio del progreso; la ciencia para la sociedad y la ciencia para el desarrollo.

Hoy, veinte años después, la UNESCO, como principal organización de las Naciones Unidas especializada en educación y en ciencias, sigue reforzando su compromiso para fortalecer las capacidades de los Estados Miembros en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Como remarca la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, en los contextos actuales, cambiantes, complejos e interconectados, la ciencia y la tecnología se han convertido en un elemento central para afrontar los retos y los desafíos globales. Por tanto, las habilidades necesarias para identificar problemáticas y encontrar soluciones eficaces orientadas al desarrollo económico sostenible, la conservación del medioambiente, la reducción de la pobreza y la desigualdad nos llevan a insistir en la necesidad de una población científicamente preparada, siendo la educación en su sentido más amplio, la vía para lograrlo.

En América Latina, investigaciones muestran que en este mundo cada vez más dependiente de innovaciones científicas y tecnológicas, niños, niñas y jóvenes de la región están dando la espalda a las disciplinas científicas, encontrándolas muy complejas y poco atractivas, impactando negativamente también en la matrícula de carreras científicas y tecnológicas.

En este sentido, desde 2017, esta Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO refuerza la línea de trabajo sobre educación científica de forma intersectorial, a través de la colaboración entre el Sector de Educación y el Programa de Política Científica, con el propósito de apoyar a los gobiernos, las instituciones educativas, la sociedad civil, el sector privado y la academia de la región en revertir esta tendencia negativa, especialmente en Uruguay, Argentina y Paraguay.

En este marco, me complace presentar la presente publicación "Aprender Ciencias en las escuelas primarias de América Latina", un estudio de revisión de la literatura en el que se identifican y analizan las distintas dimensiones clave vinculadas a la temática y los aspectos a profundizar para fortalecer una mirada integrada y actualizada de la cuestión.

A su vez, a través del lanzamiento de esta publicación en el marco del año de celebración de los 70 años de la Oficina de UNESCO en Montevideo me complace reafirmar el compromiso de seguir avanzando con el desarrollo de publicaciones que realicen análisis cualitativos y cuantitativos sobre la educación científica, además de la recopilación de herramientas, estrategias, metodologías y experiencias exitosas, para promover la discusión y la reflexión y el desarrollo de iniciativas innovadoras para que niñas, niños, jóvenes y adultos de la región aprendan y enseñen a hacer ciencia.

Lidia Brito
Directora,
Oficina Regional de Ciencias
para América Latina y el Caribe - UNESCO

Resumen ejecutivo

La alfabetización científica de niños, niñas y jóvenes ha sido declarada una meta educativa prioritaria para la formación de ciudadanos competentes en las sociedades actuales y futuras, profundamente atravesadas por los avances científicos y tecnológicos. La escuela primaria constituye una etapa de oportunidad para sentar las bases del pensamiento científico, es decir, para promover en los estudiantes hábitos de pensamiento curiosos, sistemáticos, autónomos y conscientes que se complejicen y profundicen en forma paulatina a lo largo de toda la escolaridad.

En contextos en incipiente desarrollo y de gran inequidad, como los que caracterizan a los países de América Latina, garantizar una formación científica de calidad a todos los ciudadanos desde la escuela primaria es aún más importante si se busca formar una ciudadanía con los saberes y capacidades fundamentales para participar de manera informada de los debates sociales y contribuir al desarrollo de las naciones. Desde esta perspectiva, conocer el estado de situación actual de la educación en Ciencias en las escuelas primarias de América Latina cobra profunda relevancia en pos de planificar acciones de mejora e innovación a futuro.

Con este propósito se realizó un estudio de revisión de la literatura, identificando qué se sabe sobre distintas dimensiones clave vinculadas a la temática y qué aspectos merecen ser estudiados con mayor profundidad para fortalecer una mirada integrada y actualizada de la cuestión.

En primer lugar, se encontró que mientras muchos países de la región se embarcaron en las últimas décadas en procesos de reforma de sus diseños curriculares de Ciencias, alineándolos con los principios de enseñanza y aprendizaje avalados a nivel internacional, esta perspectiva no siempre se hace visible en los contenidos propuestos por los programas de estudio, mayormente formulados como largas listas de contenidos conceptuales sin vinculación clara con el aprendizaje de capacidades, ni con una reflexión sobre la naturaleza de las ciencias ni de las relaciones entre ciencia y sociedad. Así, la extensión de los currículos atenta contra la posibilidad de trabajar los temas en profundidad y en articulación con el desarrollo de capacidades de pensamiento.

Por otro lado, los resultados de las evaluaciones internacionales y nacionales muestran que, si bien existen diferencias relevantes entre países, el nivel de desempeño de los estudiantes latinoamericanos está lejos del esperado y de los niños y las niñas de otras regiones del mundo más desarrolladas. Además, esta tendencia se acentúa en escuelas que atienden a estudiantes de contextos desfavorecidos, en las cuales la proporción de niños/as que alcanzan solo los niveles más básicos de desempeño es extremadamente elevada.

Dichos resultados despiertan interrogantes sobre lo que sucede en las clases de Ciencias en las escuelas de la región. En este sentido, se encontró que en general se destina menos tiempo de clase del estipulado a la enseñanza del área, lo que impacta de forma negativa en las oportunidades de aprendizaje y en el nivel de cobertura de los contenidos previstos por los diseños curriculares. Además, en general la enseñanza tiene una fuerte impronta enciclopedista, basada primordialmente en la exposición por parte de los docentes y la reproducción de información de los libros de texto, en detrimento de actividades que promuevan el aprendizaje de capacidades como la investigación o la resolución de problemas.

En términos de la infraestructura escolar, se reporta que las condiciones son especialmente críticas en las escuelas a las que asisten los sectores más vulnerables, lo que obtura su potencialidad para mitigar las inequidades sociales de los hogares. Por otro lado, si bien existen importantes avances en la región para dotar a las escuelas y los alumnos de recursos relevantes para la enseñanza de las Ciencias, como las tecnologías de la información y la comunicación y los laboratorios, resulta necesario apuntalar el buen uso didáctico de dichos recursos.

Frente a los resultados descriptos, hoy se nos presenta un panorama de oportunidad para fortalecer la enseñanza de las Ciencias y favorecer su aprendizaje en las escuelas primarias. En los últimos años se promovieron en distintos países de la región mejoras sustantivas en la formación docente inicial y se desarrollaron diversas iniciativas de capacitación y distribución de materiales para el trabajo en las aulas.

Más allá de la diversidad en la calidad de los programas y del nivel de rigurosidad con que se evaluó su impacto, estas iniciativas ponen en evidencia el interés por promover la mejora de la calidad educativa.

Finalmente, en la última sección de este documento se propone una serie de recomendaciones para potenciar lo que sucede en cada una de las escuelas y aulas de la región. Entre ellas se destacan: revisar los contenidos y estrategias de la formación docente inicial, implementar acciones de formación docente continua para fortalecer su repertorio de estrategias de enseñanza y evaluación, desarrollar materiales didácticos de calidad que orienten de manera clara y concreta el trabajo en las aulas, favorecer el trabajo con las escuelas creando comunidades de práctica y generar oportunidades para utilizar los resultados de la evaluación de la calidad educativa en pos de la mejora de los aprendizajes.

Se espera que los aportes aquí presentados puedan contribuir a la discusión informada en diferentes ámbitos y a la implementación de políticas educativas que favorezcan la alfabetización científica de todos los niños y niñas de América Latina.

Índice

Prólogo 1

Resumen ejecutivo 2

Introducción

Conocer el estado de situación de la educación científica en las escuelas primarias de américa latina 6

Colocando las piedras fundamentales para el pensamiento científico en la escuela primaria 7

¿Cómo promover la alfabetización científica? 9

La enseñanza de las ciencias en América Latina 10

Metodología 11

Capítulo 1

¿Qué deben aprender de Ciencias los estudiantes de América Latina hoy? Una mirada a los currículos 14

Una mirada a los currículos: ¿qué se espera que aprendan de ciencias los estudiantes en la escuela primaria? 14

Aprender ciencias como parte de la formación ciudadana: un propósito común 15

Los contenidos de aprendizaje 15

Una deuda de la región: las capacidades científicas como contenidos de aprendizaje 16

Paraguay: un currículo con énfasis en el desarrollo de capacidades 16

Chile: un currículo que muestra la progresión de habilidades 18

Argentina: un currículo federal y provincial 18

Uruguay un currículo que pone el acento en la autonomía docente 19

La necesidad de progresiones de aprendizaje claras 20

En síntesis 21

Capítulo 2

¿Qué aprenden de ciencias los estudiantes en las escuelas hoy? Resultados de las evaluaciones de la calidad educativa 24

¿Qué nos dicen los resultados de las evaluaciones internacionales? 24

Los alumnos de la región alcanzan solo los desempeños más básicos en ciencias 25

Progreso, pero lento 26

El avance de las evaluaciones nacionales 33

No todos aprenden lo mismo 31

El nivel socioeconómico importa 31

Diferencias entre, pero también dentro de las escuelas *32*

Desempeños según el género *33*

En síntesis 34

Capítulo 3

Del currículum prescripto al implementado: una mirada al interior de las aulas de ciencias **38**

Perder el tiempo es perder valiosas oportunidades para el aprendizaje 38

Algunos contenidos sí, otros no: un abordaje parcial y desbalanceado de los currículos 40

¿Cómo se enseñan las ciencias? abriendo la "caja negra" del aula 42

Los libros de texto y la palabra de los docentes como fuentes de conocimiento predominantes *44*

¿Qué sucede con la evaluación de los aprendizajes? *46*

Condiciones estructurales 47

Los laboratorios de Ciencias *48*

Acceso a tecnologías de la información y la comunicación *48*

En síntesis 49

Capítulo 4

Algunas iniciativas para fortalecer el trabajo en el aula: la clave de la cuestión **52**

Los docentes como actores fundamentales para el cambio 52

Trabajar con las concepciones docentes *53*

¿Qué se sabe que funciona (y qué no)? 54

Formación docente inicial *54*

Desarrollo profesional docente *57*

¿Qué tipos de iniciativas de desarrollo profesional docente se están llevando adelante en la región? *57*

Recursos para el trabajo en las aulas *58*

En síntesis 61

Recomendaciones finales **64**

Referencias **66**

Introducción

Conocer el estado de situación de la educación científica en las escuelas primarias de América Latina.

Quizás de forma más evidente que nunca antes, en la actualidad vivimos en un mundo profundamente atravesado por la Ciencia. La celeridad sin precedentes del avance de la tecnología y el acceso casi ilimitado a la información extienden las barreras del conocimiento y nos presentan renovadas oportunidades para afrontar desafíos globales y locales como la preservación del medioambiente, la reducción de la pobreza y la mejora de la salud, entre muchos otros. No obstante, estos avances también implican retos importantes en términos de la formación de ciudadanos que puedan afrontar escenarios cambiantes e inciertos, desempeñarse en nuevos mercados laborales e idear soluciones para los grandes problemas de las sociedades actuales y futuras.

En este contexto, existe un amplio consenso internacional acerca de la importancia de promover la alfabetización científica de niños, niñas y jóvenes para la formación de ciudadanos competentes (Gil y Vilches, 2004). Haciendo alusión a la centralidad que ocupó la alfabetización primaria en los proyectos escolares del Siglo XIX, el concepto de "alfabetización científica" refiere al conjunto de conocimientos, saberes, capacidades y hábitos mentales asociados a la Ciencia que se consideran necesarios para la inserción en la sociedad contemporánea (Fourez, 1987). Implica la comprensión de las principales ideas sobre el funcionamiento del mundo natural y del proceso de construcción de dicho conocimiento, el aprecio por el valor cultural de la Ciencia y el desarrollo del pensamiento científico. Se trata de formar una forma de "pararse" ante el mundo que combina componentes cognitivos y socioemocionales, como la apertura y la objetividad, la curiosidad y la capacidad de asombro, la flexibilidad y el escepticismo, y la capacidad de colaborar y crear con otros. En palabras de Wynne Harlen (2008), referente mundial en la enseñanza de las ciencias, la educación científica tiene el potencial de formar en las niñas, los niños y jóvenes:

- La capacidad de sostener y desarrollar la curiosidad y un sentido de la maravilla sobre el mundo que nos rodea.
- El acceso a modos de pensar y razonar basados en evidencia y razonamiento cuidadoso.
- La satisfacción de encontrar respuestas por uno mismo a preguntas por medio de la actividad mental y física propia.
- La flexibilidad en el pensamiento y el respeto por la evidencia.
- El deseo y la capacidad de seguir aprendiendo

Entendida en estos términos, se destaca la relevancia del estudio de las Ciencias en dos sentidos: por un lado, en términos de su impacto colectivo, por su potencial para favorecer el bienestar social y, por el otro, aunque estrechamente relacionado con el anterior, para promover el desarrollo individual de las personas.

Estar científicamente alfabetizado es indispensable para comprender, juzgar y tomar decisiones con respecto a cuestiones colectivas y para participar de la vida comunitaria. Como se mencionó previamente, decidir sobre cuestiones ambientales o relacionadas con la salud, por citar solo los ejemplos más evidentes, exige una ciudadanía informada y conocedora de algunos aspectos básicos del mundo natural, que además pueda tomar en cuenta evidencias científicas y evaluar de manera responsable argumentos a favor y en contra de cierta postura, incluyendo sus riesgos e implicaciones éticas y morales.

Además, dada la importancia de las Ciencias, la tecnología y la ingeniería para el desarrollo de las economías basadas en el conocimiento, existe una creciente demanda por la formación de profesionales en estos campos. Por ende, la inclusión de las llamadas disciplinas STEM (acrónimo de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática en inglés) en la educación de niños, niñas y jóvenes también tiene como objetivo despertar su interés por vocaciones científicas, particularmente en un contexto donde las estadísticas muestran un decrecimiento en el interés de los estudiantes por carreras afines a estas áreas.

La visión de la educación científica como una prioridad no es nueva. En el marco de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI organizada por el Consejo Internacional de la Ciencia y la UNESCO en 1999, los países participantes promulgaron un acuerdo en el que establecieron que la educación científica es una prioridad, un "imperativo estratégico" para el desarrollo y bienestar tanto de las naciones individuales como del planeta en su totalidad (Declaración de Budapest, 1999).

"Estar científicamente alfabetizado es indispensable para comprender, juzgar y tomar decisiones con respecto a cuestiones colectivas y para participar de la vida comunitaria"

En relación al porqué vinculado al desarrollo y crecimiento personal de los individuos, existe un acuerdo cada vez mayor acerca del papel que desempeña la educación científica en la promoción de las llamadas "habilidades del Siglo XXI", o aquellas capacidades relacionadas con la innovación y la creatividad, el aprendizaje continuo y la metacognición y el pensamiento crítico, lógico y reflexivo, que se plantean como metas fundamentales de la escolarización en la actualidad (Scott, 2015). En la medida en que dichas capacidades están estrechamente vinculadas con el pensamiento científico, la enseñanza de las Ciencias presenta un terreno fértil para favorecer su aprendizaje. De acuerdo con esto, como se propuso anteriormente, gran parte del sentido de la formación del pensamiento científico tiene que ver con el desarrollo de una actitud ante la vida, una manera de ver, entender y pararse frente al mundo que valore y potencie la curiosidad, la libertad del pensamiento, la honestidad intelectual y la posibilidad de colaborar y crear con otros creativamente. Siendo esta una meta relevante para todos los aspectos de la vida de los ciudadanos en cualquier ámbito que se desempeñen, cobra entonces aún más fuerza la relevancia de garantizar una educación científica de calidad a todos, más allá de aquellos que aspiren a tener carreras científicas (Miller, 1983).

COLOCANDO LAS PIEDRAS FUNDAMENTALES PARA EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LA ESCUELA PRIMARIA

Es sabido que la infancia es una etapa clave en la experiencia educativa del ser humano. El cuerpo de estudios más reciente sobre la educación inicial y primaria muestra evidencias contundentes acerca de la influencia de estas etapas en la construcción de una trayectoria educativa (e incluso laboral) exitosa por parte de los alumnos, sobre todo para aquellos en contextos más desfavorecidos (Melhuish, 2011). Por ende, es fundamental fortalecer la experiencia de los niños y las niñas en los primeros años de escolaridad.

Más allá de su importancia sobre los aprendizajes en general, la escuela primaria es un momento de privilegio para sentar las bases del pensamiento científico, es decir, para educar la curiosidad natural de los alumnos orientándola hacia hábitos de pensamiento sistemáticos, autónomos y conscientes que se complejicen y profundicen en forma paulatina.

Investigaciones llevadas a cabo en los últimos años muestran que algunos rudimentos del pensamiento científico ya están presentes desde que somos muy pequeños. Por ejemplo, hay evidencias de que los niños en edades muy tempranas ya tienen teorías intuitivas sobre el mundo que los rodea. Se trata

de representaciones estructuradas y causales sobre su entorno, y muchas veces abstractas, similares en muchos sentidos a las teorías científicas, en tanto buscan dar cuenta de sus observaciones sobre la realidad de manera coherente (Giordan y De Vecchi, 1995).

Por otro lado, el modo en que los niños y las niñas van construyendo su conocimiento sobre el mundo es mayormente mediante el juego, una actividad que se parece mucho a la experimentación en Ciencias. Los estudios muestran que el juego exploratorio infantil involucra un abordaje experimental, aunque intuitivo e implícito, de la realidad, en el que niños y niñas experimentan, por prueba y error, los efectos de sus acciones y buscan evidencias que les permitan interpretar lo que sucede (ver, por ejemplo, Gopnik y Meltzoff, 1997). Así, señalan que se aprende haciendo predicciones y experimentando continuamente, haciendo inferencias sobre las propias acciones y también sobre las acciones de los otros. De esa manera, niños/as obtienen evidencias que les van ayudando a aprender, explorando relaciones causales y poniendo a prueba distintas ideas acerca de cómo funciona el mundo.

Finalmente, también se encontró que la capacidad de sacar conclusiones, otro elemento clave del pensamiento científico, está presente en forma elemental desde edades muy tempranas (Gweon, Tenenbaum y Schulz, 2010; Gweon y Shultz, 2011).

Es decir que, cuando llegan a la edad escolar, los alumnos tienen un conocimiento muy rico (aunque algunas veces erróneo) de cómo funciona el mundo que los rodea y de cómo aprender sobre él. En este sentido es que ciertos investigadores argumentan que los seres humanos somos "científicos desde la cuna", estableciendo un paralelismo entre el entusiasmo y la curiosidad con que tanto los niños como los científicos profesionales abordan el mundo (Klhar et al., 2011).

"Se aprende haciendo predicciones y experimentando continuamente"

Sin embargo, las investigaciones muestran también que, aunque los niños y las niñas exhiben desde muy pequeños capacidades rudimentarias asociadas al pensamiento científico, su desarrollo no es espontáneo. Es decir que las capacidades que se observan en la infancia tienen un "techo" y su aprendizaje no avanza ni se profundiza más allá de un límite sin una enseñanza que lo potencie en forma deliberada y sostenida en el tiempo. Por ejemplo, algunos estudios muestran que los chicos de seis y siete años ya pueden distinguir entre experimentos bien y mal diseñados para responder una pregunta, interpretar algunos datos y revisar sus hipótesis cuando se les presentan problemas sencillos, pero no suelen ser conscientes de qué están haciendo o de las razones detrás de sus elecciones metodológicas cuando realizan una experiencia (Sodian y col., 1991). De hecho, incluso a pesar de haber atravesado muchos años de educación formal, buena parte de la población adulta tampoco logra desarrollar por completo estas estrategias de pensamiento (Kuhn, 2012), lo que pone en evidencia que para que esas capacidades se desarrollen en toda su potencialidad es necesaria su enseñanza intencional, poniéndolas en práctica de forma sistemática con la ayuda de un guía.

En esta línea, Metz (1998) enfatiza el valor de brindarles a niños y niñas oportunidades sostenidas de participación en prácticas científicas, poniendo el acento tanto en la experimentación como en el intercambio y la revisión de ideas, en el marco de la comunidad de aprendizaje del aula, como modo de potenciar y profundizar sus capacidades de pensamiento. Añadiendo a esta perspectiva, Kuhn (2012) sostiene la importancia crucial de acompañar a los alumnos en el desarrollo de los procesos metacognitivos, o de reflexión sobre el propio aprendizaje, con atención especial en la búsqueda de coherencia entre las evidencias o las observaciones y las explicaciones o teorías que se construyen a partir de ellos. Así, plantea que una parte importante del desarrollo del pensamiento científico tiene que ver con que los alumnos puedan hacer cada vez más conscientes tanto sus ideas como los caminos por los que llegaron a determinadas conclusiones, haciéndose "dueños" de su propio proceso como aprendices.

El cuerpo de investigación que existe sobre este tema coincide en señalar que el pensamiento científico (y las habilidades cognitivas en general) no se desarrollan de un día para el otro, sino que se construyen

y consolidan a partir de su práctica sostenida en el tiempo. Es así que la escuela primaria constituye un espacio de privilegio para comenzar a desarrollarlo y potenciarlo a lo largo de toda la escolaridad. Más aún, teniendo en cuenta que se asocia la exposición temprana a la enseñanza de las Ciencias con el interés y el desempeño posterior de los estudiantes en campos afines (Mantzicopoulos y Patrick, 2011; Mantzicopoulos, Patrick, y Samarapungavan, 2013; Salilas y Wicha 2012; Tai et al., 2006).

¿CÓMO PROMOVER LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA?

En respuesta al creciente interés por promover la alfabetización científica desde la escuela primaria, en las últimas décadas la enseñanza de las Ciencias ha adquirido la atención de educadores, pedagogos, organismos internacionales y responsables políticos. En particular, todos ellos coinciden sobre la necesidad de adecuar la enseñanza del área para incorporar enfoques superadores del modelo tradicional, que contribuyan al desarrollo del pensamiento científico.

Partiendo de una concepción de la Ciencia que no solo refiere a un cuerpo de conocimientos sobre el funcionamiento el mundo natural sino, fundamentalmente, al proceso por el cual se genera dicho conocimiento, la alfabetización científica implica que el aprendizaje conceptual debe estar integrado a aspectos epistemológicos y al desarrollo capacidades o habilidades científicas (Adúriz Bravo, 2005; Gellon et al, 2018). Diversos estudios han señalado que el enfoque tradicional, enciclopedista, de enseñanza, basado en la transmisión de conocimientos de carácter fáctico como un cuerpo de saberes acabado, resulta limitado a estos fines. Puesto que interpela predominantemente a la reproducción de información y a la participación pasiva de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, ofrece pocas oportunidades para la comprensión profunda de los fenómenos naturales y para el desarrollo de capacidades de pensamiento más complejas.

Por el contrario, y dado que como se expuso en la sección anterior el desarrollo de las capacidades de pensamiento científico no es espontáneo, se instaló con fuerza a nivel internacional la idea de que para lograr la alfabetización científica de la población la enseñanza de las Ciencias debe estar basada en la incorporación en las aulas de un trabajo que guarde cierto grado de similitud con aquellos desafíos a los cuales se enfrentan los científicos en sus tareas habituales (DeBoer, 1991). De esta manera, lejos de desconocer la importancia de que los estudiantes alcancen el dominio de los saberes conceptuales (datos, hechos, conceptos, teorías, uso de instrumentos, etc.), se propone su abordaje integrado con aspectos epistemológicos (historia y naturaleza de la Ciencia) y modos de conocer o capacidades científicas (como el razonamiento inductivo y deductivo, la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la construcción de explicaciones basadas en datos) para promover el aprendizaje de forma más auténtica y significativa (Furman y Podestá, 2009; OREALC/UNESCO, 2009). En particular, se destaca la importancia del trabajo experimental, la resolución de problemas y la introducción de la historia de la Ciencia como actividades propicias para promover el aprendizaje riguroso sobre los fenómenos naturales y la aplicación de dichos conocimientos a desafíos reales complejos, teniendo en cuenta también los aspectos éticos, económicos y sociales de los asuntos científicos y tecnológicos.

En este marco, uno de los enfoques más aceptados y promovidos desde la didáctica de las Ciencias es el de la enseñanza por indagación (ECBI) (Harlen y Qualter, 2000). La ECBI, también conocida como investigación escolar (Porlán, 1999) o enseñanza por indagación dirigida (Pozo y Gómez, 2001; Torres, 2010), es una metodología de formulación y tratamiento de problemas que sitúa a los estudiantes en un contexto análogo al de los científicos profesionales al proponerles realizar investigaciones sobre fenómenos de la vida cotidiana y construir socialmente (en la comunidad de aprendizaje del aula) modelos explicativos y teorías (Furman y Podestá, 2009). Partiendo de una concepción constructivista del aprendizaje, está orientada a promover la comprensión de los fenómenos a partir de la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento, integrando el aprendizaje de saberes conceptuales y el desarrollo de capacidades científicas. De hecho, numerosos estudios muestran que cuando los estudiantes se involucran en actividades como la formulación de preguntas, el diseño de experimentos y el análisis de resultados en base a fenómenos cotidianos, aumenta su participación e interés y se logran mejores resultados de aprendizaje (ver, por ejemplo, Carlson, Davis y Buxton 2014).

Más allá del campo didáctico, estos discursos también se incorporaron en los diseños curriculares de Ciencias de muchos países del mundo, donde se promueven como metas de aprendizaje la resolución

de problemas, el diseño de experimentos para responder preguntas y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico (National Research Council, 2012; Valverde y Näslund-Hadley, 2010). En particular, se encontró que los sistemas educativos con más alto nivel de desempeño en Ciencias basan sus expectativas de aprendizaje en una visión afín a la aquí descrita. Por ejemplo, en oposición a ser diseños centrados en los contenidos como largas listas de temas a abordar durante el año escolar, cuentan con un número limitado de conceptos fundamentales a estudiar en profundidad e incluyen, de forma detallada, estándares para promover el desarrollo de capacidades vinculadas a: (i) las habilidades para investigar, experimentar y llegar a conclusiones, (ii) la comprensión de las relaciones entre los conceptos tanto en Ciencias como de otras asignaturas y (iii) la comunicación efectiva de los aprendizajes de los estudiantes para comprender los vínculos entre los conceptos tanto en Ciencias como con otras asignaturas y para comunicar de forma efectiva sus aprendizajes y el proceso de pensamiento detrás de los mismos (Näslund-Hadley y Bando, 2016).

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN AMÉRICA LATINA

Hasta aquí se ha hecho referencia a los discursos imperantes, a nivel global, sobre la importancia de promover la alfabetización científica desde la escuela primaria y a ciertos consensos sobre sus implicancias para la enseñanza.

Por supuesto, América Latina no es ajena a estas tendencias. De hecho, dado el impacto que tiene el desempeño de los estudiantes (futura fuerza laboral) en el crecimiento económico de las naciones (Hanushek y Woessmann, 2012) y el efecto que tiene la desigual distribución del conocimiento al profundizar la injusticia social (Macedo y cols., 2006), garantizar una formación científica de calidad a todos los ciudadanos es aún más importante en contextos en incipiente desarrollo y gran inequidad como los que caracterizan a los países de la región.

Teniendo en cuenta los argumentos presentados, el objetivo de este documento es, entonces, describir el estado de situación actual de la educación en Ciencias en las escuelas primarias de América Latina. Para ello, se realizó un estudio de revisión de la literatura, sintetizando qué se sabe sobre distintas dimensiones clave vinculadas a la temática y qué aspectos merecen ser estudiados con mayor profundidad para fortalecer una mirada holística de la cuestión. Se espera que los aportes aquí presentados puedan contribuir a la discusión informada en diferentes ámbitos y a la implementación de políticas educativas que favorezcan la alfabetización científica de todos los niños y las niñas de América Latina.

"Garantizar una formación científica de calidad a todos los ciudadanos es aún más importante en contextos en incipiente desarrollo y gran inequidad"

El informe está organizado en 4 capítulos. En el primer capítulo, "¿Qué deben aprender de Ciencias los estudiantes de América Latina? Una mirada a los currículos", se analiza la propuesta de contenidos y enfoques de los diseños curriculares de los países de la región.

En el segundo capítulo, "¿Qué aprenden de Ciencias los estudiantes en las escuelas hoy? Resultados de las evaluaciones de la calidad educativa", se examina en qué medida se alcanzan los aprendizajes propuestos por dichos marcos curriculares a partir de los resultados de evaluaciones nacionales e internacionales.

En el capítulo tres, "Del currículum prescripto al implementado: una mirada al interior de las aulas de Ciencias", se ahonda en las características que asume habitualmente la enseñanza de las Ciencias en las escuelas primaria de la región, contemplando tanto la dimensión pedagógico-didáctica como aspectos estructurales e institucionales.

El capítulo 4, "Algunas iniciativas para fortalecer el trabajo en el aula: la clave de la cuestión" parte de la identificación de las principales dificultades encontradas para promover la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y, justamente, presenta algunas medidas y casos ilustrativos sobre lo que actualmente se está haciendo en diferentes países de la región para fortalecer el trabajo en el aula.

Por último, se proponen algunas "Recomendaciones finales" para orientar futuras acciones en el área, tanto considerando el diseño de políticas educativas como programas de formación docente, elaboración de recursos para la enseñanza y trabajo con escuelas.

METODOLOGÍA

En pos de describir el estado de situación actual de la educación científica en las escuelas primarias de América Latina, se realizó un estudio de análisis de documentos y de revisión de la literatura vinculada a la temática.

Por un lado, se consultaron los diseños curriculares de ciencias para la escuela primaria de los países de la región. Por el otro, se consideraron los informes de resultados de evaluaciones estandarizadas realizadas a nivel internacional (TIMSS), regional (SERCE y TERCE) y nacional en diversos países. En tercer lugar, se identificaron y recuperaron los principales estudios de carácter meta-analítico sobre la educación en ciencias en la región, así como otros estudios académicos centrados en diferentes aspectos relevantes sobre la cuestión (como las prácticas de enseñanza, la evaluación, las condiciones de infraestructura, etc.).

Para construir una mirada actualizada sobre el estado de la cuestión se eligieron estudios publicados desde 2007 en adelante. Se consideraron estudios de todos los países de la región, con especial énfasis en los casos de Argentina, Paraguay y Uruguay.

Se pueden consultar las referencias completas de todos los documentos citados en la sección "Bibliografía", incluida al final del documento.

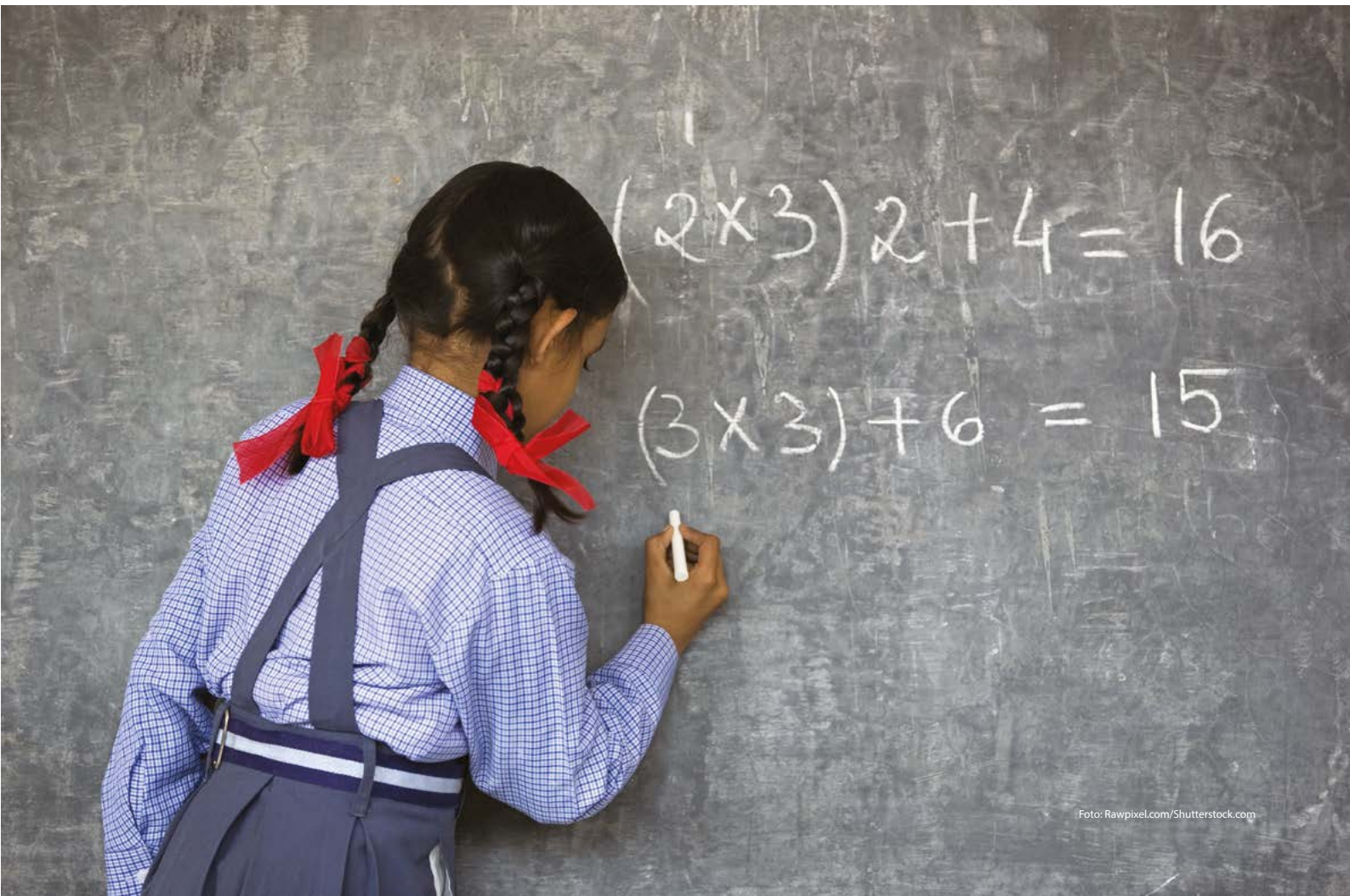


Foto: Rawpixel.com/Shutterstock.com

Foto: UNESCO OREALC / Carolina Jerez

Capítulo 1

¿Qué deben aprender de ciencias los estudiantes de América Latina hoy? Una mirada a los currículos

Capítulo 1

¿Qué deben aprender de ciencias los estudiantes de América Latina hoy? Una mirada a los currículos

Comenzar a comprender el estado de situación de la enseñanza de las Ciencias en el nivel primario en los países latinoamericanos requiere plantearse una primera pregunta: ¿qué deben aprender de Ciencias los estudiantes de América Latina hoy?

Para contestar esta pregunta, en este capítulo se analizará la propuesta de contenidos y enfoques de los diseños curriculares de los países de la región, identificando tendencias comunes y discrepancias entre las naciones, analizando en qué medida dichos currículos se alinean con las propuestas de otras regiones del mundo y con las buenas prácticas avaladas por la investigación educativa.

Una mirada a los currículos: ¿Qué se espera que aprendan de ciencias los estudiantes en la escuela primaria?

Como se discutió en la Introducción, actualmente el aprendizaje de las Ciencias se considera prioritario en la mayor parte de los sistemas educativos del mundo, en tanto contribuye a la formación de capacidades y conocimientos que hacen a una ciudadanía plena en un contexto profundamente permeado por la Ciencia y los productos tecnológicos que de ella se derivan. Por esta razón, en los últimos años muchos países de la región han fortalecido sus propuestas pedagógicas de Ciencias, en gran parte a partir de la revisión y actualización de los diseños curriculares del área que se llevaron a cabo en procesos más amplios de revisión curricular.

El estudio de las Ciencias aparece en los currículos de los países de América Latina de distintas formas. A diferencia de la educación secundaria y superior, donde las diferentes disciplinas que conforman las Ciencias Exactas y Naturales (como, por ejemplo, la Biología, la Química y la Física) se enseñan en general como asignaturas por separado, en la educación primaria las Ciencias suelen combinarse en una sola materia.

En el nivel primario, las Ciencias Naturales comparten un status similar al de otras áreas curriculares consideradas prioritarias como Lengua, Matemática y Ciencias Sociales, ocupando un lugar principal dentro del programa de estudios de los niños y las niñas. Así, las Ciencias tienen mayor incidencia en la dedicación horaria semanal y en la acreditación de los aprendizajes necesarios para la promoción que otras áreas que en los currículos se plantean como "materias especiales" o "no académicas" como las Artes, la Tecnología o la Educación Física.

Los currículos de muchos países proponen una mirada interdisciplinaria para los primeros años de la escuela primaria, integrando a las Ciencias Naturales con las Ciencias Sociales en una asignatura que recibe el nombre de "Conocimiento del Mundo" u otras denominaciones similares. Se busca así enriquecer el conocimiento de los niños y las niñas respecto del contexto natural y social, comprendiéndolos y estudiándolos de manera integrada y holística.

Por ejemplo, en Guatemala en primer grado se propone el área de "Medio Social y Natural" en la que se espera que los alumnos "integren los saberes, conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes desde las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales y vinculen la escuela a su entorno natural y social, se deja de considerar a la misma como institución separada de todo lo que acontece fuera de ella" (Ministerio de Educación de Guatemala, 2008).

Similarmente, Colombia propone la formación en Ciencias Sociales y Naturales de ciudadanos y ciudadanas capaces de "asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser [para poder] buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conocimientos científicos, todo lo cual aplica por igual para fenómenos tanto naturales como sociales" (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006).

A partir de la segunda parte de la educación primaria, en cambio, en la mayor parte de los países se dicta una asignatura específica de Ciencias Naturales (también llamadas Ciencias, Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, o Ciencia y Ambiente) en la que se abordan contenidos básicos de las disciplinas de Biología, Física, Química, Astronomía y Ciencias de la Tierra, ya ahora separados de las Ciencias Sociales.

Aprender ciencias como parte de la formación ciudadana: un propósito común

Los currículos de la región coinciden en que el estudio de la Ciencias contribuye a acercar a los alumnos a una comprensión más profunda del mundo natural y al desarrollo de capacidades para el pensamiento y para la acción. Estos propósitos están alineados, a su vez, con los estándares internacionales que se discutieron en la Introducción, que conciben a la formación científica como parte troncal de la educación de los estudiantes en tanto aporta una serie de saberes clave para la vida en el siglo XXI. Así, los países de la región muestran en términos generales una propuesta curricular basada en evidencias y consensos internacionales acerca del rol que tiene el estudio de las Ciencias para la formación de los estudiantes.

En el marco del objetivo general de la alfabetización científica como parte de la formación ciudadana, se reconoce a las Ciencias como una materia que permite a los alumnos vivir vidas más saludables y coexistir y desarrollarse con los constantes avances científicos y tecnológicos y como una oportunidad de preparar a los alumnos para la vida adulta a partir del desarrollo del pensamiento científico y la ciudadanía responsable (Ferrer, Valverde & Esquivel Alfaro, 1999). Por ejemplo, en el diseño curricular de Ecuador se expresa: "El área [de Ciencias Naturales] incentiva el pensamiento crítico y creativo para analizar y proceder responsablemente ante problemas complejos, tanto socioculturales como relacionados con el respeto a la naturaleza. También promueve el desarrollo de la curiosidad y el fortalecimiento de habilidades científicas, incluyendo el uso apropiado de la tecnología para la indagación, la investigación y la resolución de problemas vinculados con la salud y el ambiente, brindando oportunidades para innovar." (Ministerio de Educación de Ecuador, 2008: 102).

Los contenidos de aprendizaje

Además del consenso en los propósitos del estudio de las Ciencias, en general estas convergencias también se observan en los contenidos curriculares que se priorizan en los países de la región, como muestra el análisis curricular de 15 países emprendido para el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) de la UNESCO[1]. Este estudio mostró que hay una serie de contenidos comunes que enseñan en gran parte de los países de la región (Ver Tabla 1).

Analizando la tabla se puede ver en primer lugar que los diseños curriculares están organizados, como sucede en otras regiones del mundo, en ciertos dominios o bloques temáticos básicos correspondientes a las disciplinas que constituyen las Ciencias Naturales, tales como la estructura y funciones de los seres vivos y las interacciones de los organismos con el ambiente y la educación para la salud (Biología), la materia, la energía y sus manifestaciones (Física y Química) y la Tierra y el Universo (Ciencias de la Tierra y Astronomía) (OREALC/UNESCO, 2013). También aparecen contenidos sobre la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, que ponen el énfasis en el impacto de la tecnología sobre la calidad de vida y el medioambiente.

Un análisis más minucioso revela que los contenidos de Biología (es decir, los correspondientes a los bloques temáticos de Seres Vivos, Salud y Ambiente) dominan el currículum, en comparación con los de otras disciplinas como la Física, la Astronomía, las Ciencias de la Tierra o la Química. Por ejemplo, un estudio de Ruiz, Montenegro, Meneses y Venegas (2016) mostró que, en Chile, más del 50% del total de los contenidos de 1° a 6° grado corresponde a contenidos de Ciencias de la Vida, en contraste con el 25% de contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo, y el 23.4% a contenidos en Ciencias Físicas y Químicas. A su vez, los contenidos específicos en Biología también muestran un elevado nivel de convergencia entre países, con varios de ellos incluidos en 13 o hasta 14 de los 15 diseños estudiados.

Por otro lado, si observamos aquellos temas que no presentan convergencias (es decir, que se incluyen en menos de 10 de los currículos estudiados) también se pueden identificar

1 TERCE es un examen regional elaborado por UNESCO de Matemáticas y Lenguaje para tercer grado, sumando el área de Ciencias Naturales para el examen en sexto grado. Se implementa en 15 países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay). Para determinar cómo construir un instrumento de evaluación válido, se llevó a cabo una comparación exhaustiva de todos los objetivos de contenido y capacidades prescriptos para el nivel de todos los países participantes. El análisis invitó a equipos de expertos de cada uno de los países participantes para llenar un cuadro comparativo de los contenidos y luego fue organizada centralmente. A partir de esto, se hizo una sistematización de los diseños curriculares, basada en la búsqueda de convergencias, divergencias e información dispersa en los enfoques disciplinares, pedagógicos y evaluativos. Además, se buscó encontrar equivalencias en los contenidos y dominios desde primer hasta sexto grado a partir del documento curricular de cada país.

ciertos patrones comunes en la región. Algunas ausencias notorias son los contenidos de Astronomía, que se dictan en menos de la mitad de los países (en 7 de los 15 analizados), y los contenidos relacionados con el origen y la evolución de los seres vivos (solamente en 4 de los 15). Se puede observar también que algunos temas muy centrales al estudio de las Ciencias Naturales, como por ejemplo los átomos y las moléculas, o elementos y compuestos, no aparecen en el currículum del nivel primario (se observaron en 4 de los 15 países) aunque se podría asumir que seguramente aparecerán en el nivel secundario. Sin embargo, si se considera que muchos de los países de la región tienen tasas de ingreso y graduación del nivel secundario menores al 100%, esto implica que hay un porcentaje de la población que no manejará dichos contenidos básicos de las Ciencias al finalizar su trayectoria escolar.

Una cuestión clave a tener en cuenta es que los currículos latinoamericanos tienen una longitud elevada en comparación con los de países de regiones con mejores desempeños educativos, que se caracterizan por presentar una menor cantidad de contenidos estudiados en mayor profundidad (Näslund-Hadley, Bando, Rocha & Bos 2016). Las largas listas de contenidos, como discutiremos en el capítulo 3, propician que los docentes "cubran" gran cantidad de temas de manera superficial, con poco tiempo para abordar cada uno de ellos y generar conocimiento robusto, y que dejen de lado algunos otros.

Una deuda de la región: las capacidades científicas como contenidos de aprendizaje

Más allá de los contenidos conceptuales analizados más arriba, en los diseños curriculares de la región también se reconoce el potencial de las Ciencias como un espacio rico para el desarrollo de las capacidades y actitudes científicas como la objetividad y el pensamiento crítico, reflexivo y creativo (OREALC/UNESCO, 2013). Éstas incluyen habilidades básicas como reconocer y memorizar conceptos, pero también otras más complejas como la de analizar fenómenos naturales y sus implicaciones con objetividad y curiosidad científica. La enseñanza de capacidades, habilidades o competencias de pensamiento, enmarcadas en los modos de producción de conocimiento característicos de las Ciencias, se alinean con la visión internacional que señala al estudio de las Ciencias como contexto para la construcción de un pensamiento crítico, riguroso y al mismo tiempo creativo y curioso como parte de la formación troncal de los alumnos. Capacidades como la observación, la resolución de problemas, la formulación y testeo de hipótesis, la interpretación de evidencias o la argumentación fundada aparecen como objetivos declarados en todos los currículos regionales.

Sin embargo, aunque en muchos currículos el desarrollo del pensamiento científico aparece como un objetivo explícito, una deuda importante de la región es que muchas veces dichas capacidades o habilidades de pensamiento científico se enuncian solamente en los apartados de introducción o fundamentación de los currículos, pero no en la lista de contenidos de enseñanza que se establecen para cada grado. En otras palabras, en la mayoría de los países de la región las capacidades que se espera que los alumnos desarrollen en el nivel no están asociadas a contenidos conceptuales específicos, ni secuenciadas de modos que orienten a los docentes acerca de cómo trabajarlas en el aula a lo largo de los distintos grados.

Dado que se conoce que a estas capacidades de pensamiento científico requieren una enseñanza deliberada y sostenida, en tanto no se desarrollan de manera espontánea (Duschl y Osborne, 2002) y que su enseñanza constituye un reto para muchos docentes (Saavedra y Opfer, 2012), una cuestión a mejorar en los currículos es establecer una progresión de aprendizajes clara para dichas capacidades, poniendo el acento en los logros esperados en los alumnos a lo largo de la escolaridad. También se hace necesario complementar los diseños curriculares con orientaciones para la enseñanza de dichas capacidades de pensamiento.

Algunos países han comenzado a avanzar en esta dirección, elaborando materiales complementarios para los docentes o proveyendo mayor detalle acerca de cómo trabajar la dimensión de capacidades científicas en los mismos programas de estudio.

Paraguay: un currículo con énfasis en el desarrollo de capacidades

El currículo de Paraguay de Ciencias Naturales para el nivel primario (2008) pone el énfasis en el desarrollo de capacidades, a partir de lo que se plantea como "la nueva misión de la escuela en los tiempos actuales". En este marco, se enfatiza que la escuela "ha dejado de constituirse en el único espacio para acceder a las informaciones, el docente dejó de ser la persona que pasa la información" y que los educadores deben desarrollar en sus estudiantes "algo más que el mero conocimiento de las cosas; el análisis, la interpretación, la reflexión, la crítica, la producción" como capacidades necesarias para desenvolverse con éxito ante las nuevas exigencias sociales y culturales que presenta el siglo XXI.

En particular, se señala que el área de las Ciencias Naturales contribuye a la formación de estudiantes "creativos, innovadores, reflexivos, participativos, capaces de observar, emitir hipótesis, resolver sus propios problemas, acceder críticamente a la información, fundamentar sus opiniones y respetar las de los demás" y que las capacidades establecidas para cada grado proporcionan a los alumnos herramientas "para resolver situaciones problemáticas y proponer alternativas de solución a los fenómenos que ocurren en la

Tabla 1: Convergencia entre los países en los contenidos de Ciencias propuestos en sus respectivos diseños curriculares

Dominio	Temática	Presente en cantidad de países (sobre 15)
Seres vivos	Seres vivos y objetos inertes	12
	La diversidad vegetal y animal	13
	Patrononos morfológicos de los animales	10
	Estructuras de las plantas	13
	Funciones de las partes de los seres vivos	12
	Adaptaciones de los seres vivos al ambientes	11
	Reproducción de los seres vivos	13
	Herencia de características morfológicas	11
	Ciclos de vida	10
	Necesidades de los seres vivos	13
Salud	Conocimiento general del cuerpo humano y la importancia de su cuidado	14
	Posición y función de los sistemas de órganos en el cuerpo humano	12
	Necesidades fundamentales para mantener un buen estado de salud en cuanto a nutrición y ejercicio	13
	Relación entre microorganismos y salud	11
	Salud y ambiente	14
	Sexualidad y prevención de enfermedades	11
	Efectos del consumo excesivo de café, cigarrillo, drogas y licores	11
El ambiente	La importancia de la energía solar y su captación en el proceso fotosintético	12
	La importancia del suelo como recurso para el desarrollo de los vegetales	11
	La comunidad, los ecosistemas y el flujo de la energía en la cadena trófica	11
	Equilibrio ecológico. Factores. Efectos de la acción humana	13
	Importancia del uso racional de los recursos y acciones para proteger el medio ambiente	12
	Importancia de proteger a los seres vivos y al entorno	11
La Tierra y el Sistema Solar	La Tierra, sus características y movimientos	11
	Grandes zonas de la Tierra: litósfera, hidrósfera y atmósfera	11
La materia	Propiedades generales de las sustancias	10
La energía y sus manifestaciones	Concepto de energía, fuentes y transformaciones	12
	Algunas manifestaciones de energía: combustible, eléctrica, sonido	12
	Importancia de la energía en relación con la tecnología	10
Ciencia, tecnología y sociedad	Tecnología y calidad de vida	10
	Tecnología e impacto sobre el ambiente	10

Nota: Se incluye aquellos contenidos que estuvieron presentes en más de 10 (sobre un máximo de 15 países de la región.

Fuente: adaptado de OREALC / UNESCO (2013) Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227501. Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO.

naturaleza, así como la utilización de los procesos científicos en las situaciones que se les presenten en la vida".

Esta visión se manifiesta en la formulación de contenidos de aprendizaje, que vinculan las capacidades con los saberes conceptuales en una progresión que se va complejizando año a año. Además, el programa propone una integración de los contenidos conceptuales con las capacidades de pensamiento científico que se espera que los estudiantes aprendan en cada grado. Por ejemplo, entre las capacidades propuestas para 4to grado se incluye "Ejecuta experiencias sencillas sobre las propiedades, los estados físicos y los cambios de estados de la materia". Estos contenidos se complementan, luego, con algunas orientaciones para la enseñanza que dan pistas de cómo abordarlos en el trabajo con los estudiantes.

Chile: un currículo que muestra la progresión de habilidades

Chile se destaca por ser el país en el que se le da más énfasis, importancia y claridad al desarrollo de las habilidades científicas en sus documentos curriculares. Como dicen: "Los objetivos de Aprendizaje de Ciencias Naturales promueven la comprensión de las grandes ideas de la ciencia y la adquisición progresiva de habilidades de pensamiento científico y métodos propios del quehacer de estas disciplinas. Ambos elementos contribuyen a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad reflexiva y la valoración del error como fuente de conocimiento. Asimismo, buscan fomentar actitudes científicas como el rigor, la perseverancia, la honestidad, la búsqueda de la objetividad, la responsabilidad, la amplitud de mente, el trabajo en equipo, el respeto y, en definitiva, el permanente interés por los hechos del entorno natural."

Otro aspecto saliente de los diseños curriculares chilenos es que indican claramente la progresión de objetivos de aprendizaje esperada a lo largo de los años escolares, particularmente para las siguientes habilidades: observar y preguntar, analizar la evidencia y comunicar, experimentar, y planificar y conducir una investigación. Por ejemplo, en relación a la habilidad de "observar y preguntar", mientras que en el Nivel 1ro Básico se propone como objetivo la observación de la naturaleza utilizando los sentidos, este se complejiza a través de los años hasta implicar la identificación de preguntas investigables y la formulación de predicciones en el Nivel 6to Básico.

Dichas progresiones de aprendizaje son clave para ayudar a los docentes a evaluar con rigurosidad y precisión si sus alumnos están alcanzando las metas educativas esperadas, tanto vinculadas a los contenidos conceptuales como a las habilidades de pensamiento

Argentina: un currículo federal y provincial

Argentina es un país federal compuesto por 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Las decisiones curriculares por lo tanto se toman en diferentes niveles, comenzando desde los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (conocidos como NAP) establecidos a nivel nacional. Las capacidades científicas aparecen descriptas como gran objetivo en la introducción de los NAP, pero no conectadas claramente con los aprendizajes esperados para cada año escolar.

Foto: Getty/ SDI Productions

A partir de los NAP, cada provincia desarrolla su propio diseño curricular. Esto da lugar a que cada jurisdicción modifique y adapte su currículo para alinearlo mejor con la realidad sociocultural y geográfica de la región. En la práctica, esto genera un alto grado de heterogeneidad en los marcos curriculares de cada provincia, especialmente en el nivel de detalle y claridad en la formulación y organización de los contenidos.

Por ejemplo, mientras que en los NAP las habilidades de pensamiento científico se detallan de manera ciclada (para 1ro, 2do y 3er grado por un lado y para 4to, 5to y 6to por el otro) y escindidas de los contenidos conceptuales, en el diseño curricular de la provincia de Buenos Aires el listado de contenidos para cada año escolar incluye tanto los contenidos conceptuales como los modos de conocer asociados e incluso indicadores de avance del aprendizaje de los estudiantes. En el diseño curricular de la provincia de Chaco, por su parte, también se ofrecen algunas orientaciones acerca de cómo vincular los contenidos conceptuales con las capacidades científicas, pero el grado de detalle y orientación a los docentes es mucho menor, y no aparecen indicaciones acerca de los aprendizajes esperados por parte de los niños.

Esta heterogeneidad curricular observada en las distintas provincias del país, tanto en relación con los contenidos propuestos (y la inclusión dentro de dichos contenidos de las capacidades de pensamiento) como en las orientaciones para la práctica y para la evaluación resulta sumamente relevante, en tanto refleja una heterogeneidad de puntos de partida con los que cuentan los docentes a la hora de planificar la enseñanza.

Uruguay: un currículo que pone el acento en la autonomía docente

El Programa de Educación Inicial y Primaria (2008) uruguayo se desarrolló a partir de un proceso de consulta entre distintos actores del sistema educativo, con un alto grado de participación de los docentes bajo múltiples modalidades, tales como "integración de grupos de trabajo, salas docentes nacionales, jornadas de reflexión y análisis, asambleas técnico docente en cada una de las dos mil trescientas escuelas de todo el país y asambleas nacionales". (p. 3)

Este proceso refleja una concepción importante sobre el rol de los docentes, concebidos como profesionales reflexivos desde el marco conceptual de la pedagogía crítica, una visión que se explicita a lo largo de todo el documento. Así, se postula que "el carácter profesional del docente, profesional autónomo, se define a partir de su libertad de cátedra. Podrá tomar decisiones individuales e institucionales para establecer el recorrido de sus prácticas de enseñanza". (p. 12)

Las escuelas uruguayas tienen por lo tanto cierta autonomía a la hora de definir los objetivos, métodos y aprendizajes específicos (Ferrer y Caldani, 2015). No se enfatiza entonces el carácter prescriptivo de los documentos, como sucede en otros países, sino que se permite y hasta incentiva que los docentes actúen con autonomía según sus propias necesidades, experiencias y prioridades teniendo en cuenta sus grupos de alumnos.

En esta línea, aspectos tales como los resultados de aprendizaje esperados en etapas educativas dadas, metodologías didácticas y criterios de evaluación o descriptores de rendimiento no están especificados en detalle en el currículo nacional, una característica que algunos señalan como problemática en tanto ofrece poca guía a los educadores para la planificación de la enseñanza y la evaluación (OCDE, 2016). De acuerdo al Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEEd), esto ocasiona también que resulte más difícil medir el desempeño de los estudiantes de manera estandarizada y garantizar la coherencia y la calidad de la enseñanza entre escuelas y a nivel nacional, debido a las variaciones de implementación del currículo en cada aula (INEEd, 2015).

En el área de Ciencias (llamada Conocimiento de la Naturaleza), el programa propone una lista de contenidos conceptuales por año escolar, sin incluir en dicha lista capacidades de pensamiento, aunque éstas se mencionan en el apartado de Fundamentación del área como también ocurre en otros países: "las investigaciones en el aula, indagaciones, parten de una problematización de la realidad, incluyen: observación, experimentación, adquisición de información (lectura de: textos, artículos de divulgación científica, videos, uso de nuevas tecnologías entre otras). Esto implica trabajar con procedimientos de interpretación como: inferir, contrastar, traducir, donde los alumnos seleccionan de forma independiente los procedimientos más pertinentes para la resolución de los problemas." (p. 89).

Además del objetivo de desarrollar capacidades científicas, en la Fundamentación aparece como gran objetivo el de comprender a las Ciencias desde una perspectiva social, entendiéndola como producción humana, histórica e ideológica. Y reconocer la no neutralidad de los conocimientos científicos y su vinculación con la construcción de una visión sistémica del mundo. Sin embargo, tampoco se proveen mayores orientaciones a los docentes acerca de cómo vincular esta visión de las Ciencias con los contenidos específicos de enseñanza.

Empero, a partir de esta necesidad de proveer mayores orientaciones para la planificación de la enseñanza y la evaluación, un desarrollo reciente fue la definición de resultados de aprendizaje al final de 3er y 6to grado (también llamados "perfiles de graduación" - ANEP, 2016). Estos perfiles especifican con mayor detalle lo que los estudiantes deben saber y ser capaces de hacer al final de los años indicados, proponiendo además cierta integración entre los saberes conceptuales y los modos de conocer. Por ejemplo, el perfil de egreso de 3er grado incluye, en relación al eje de la salud: "Identificar problemas y plantear preguntas sobre la salud

individual y ambiental" y "Conocer y desarrollar acciones que promuevan hábitos saludables, tanto a nivel individual como ambiental" (p. 35).

La necesidad de progresiones de aprendizaje claras

Si bien cuando se analizan la organización y secuenciación de los contenidos de aprendizaje se observan diferencias entre los currículos de los países e incluso, como se mencionó anteriormente, de las provincias de un mismo país, un patrón general observado en los currículos de la región es que la organización de los programas de estudio no favorece una visión clara de los objetivos educativos a corto y a largo plazo, considerando el ciclo completo de la escuela primaria, o de la articulación posible entre áreas o grados de escolaridad. Así, no suele resultar evidente la progresión de los aprendizajes año a año, incluyendo cómo los contenidos se complejizan o profundizan a lo largo de la escolaridad. Tampoco se facilita la identificación de ejes temáticos transversales o la realización de trabajos interdisciplinarios (Valverde & Näslund-Hadley, 2010).

Con relación a esto último, una deuda importante de los currículos de la región es la articulación horizontal entre asignaturas, y en particular la vinculación de las Ciencias con las áreas de Matemática y Tecnología. Esto dificulta la realización de actividades dentro del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, por sus siglas en inglés), un enfoque que se ha señalado como fundamental en la promoción de capacidades de pensamiento troncales y en el fomento de vocaciones en ciencia, ingeniería y tecnología (Marginson et al., 2013). Aunque en algunos currículos empieza a aparecer la idea de trabajar de manera interdisciplinaria, al menos a nivel curricular se trata de un horizonte lejano para la mayoría de los países de la región.

También existe una heterogeneidad en la claridad y nivel de orientaciones de los programas de estudio de la región. Se considera que un currículum claro debería proporcionar indicaciones sobre cómo un docente puede no solo enseñar sino evaluar si un alumno alcanzó o no el nivel esperado (Ferrer, Valverde & Esquivel Alfaro, 1999). Generalmente se observa que algunos currículos sufren de una falta de detalle y que pueden ser imprecisos, ambiguos o vagos e incluso contradictorios (Ruiz et al., 2016).

Por otra parte, si bien existen excepciones en algunos países, frecuentemente los currículos están formulados en términos de los contenidos de enseñanza, pero no de las metas de aprendizaje esperadas. En otras palabras, la formulación de contenidos no ayuda a centrar la visión sobre el aprendizaje ni sobre los alumnos, sino por el contrario, sobre los contenidos que se desea impartir. Este tipo de formulación, sin indicadores de logro, hace que no resulte simple para el lector poder verificar si la meta se ha alcanzado o no ni contribuye a que los educadores elaboren actividades de la evaluación de los aprendizajes (Valverde & Näslund-Hadley, 2010)

En general, las falencias de los currículos son compensados con el diseño y la difusión de otros documentos complementarios (denominados "guías para docentes" o "indicadores para la enseñanza/ el aprendizaje/ la evaluación", "aportes para la enseñanza" o similares). Estas guías son diseñadas para acompañar a los docentes en la mejor implementación del currículo e incluyen orientaciones valiosas para la práctica. Sin embargo, vale señalar que, al ser escritos por otros equipos de especialistas o consultores externos, muchas veces falta alineamiento entre estos documentos complementarios y los marcos curriculares originales, llevando a lo que algunos autores llaman una "torre de Babel" de elementos confusos o incluso contradictorios para los docentes (Valverde y Näslund-Hadley, 2010).

"Los curículos están formulados en términos de los contenidos de enseñanza, pero no de las metas de aprendizaje esperadas"

Finalmente, algunos currículos son más fáciles de encontrar y acceder, en algunos casos desde los sitios de sus respectivos Ministerios de Educación (por ejemplo: http://www.curriculumnacional.cl/inicio/ de Chile o http://cnbguatemala.org/ de Guatemala). Pero éste no es el caso de muchos países, cuyos documentos curriculares son a veces difíciles de localizar o de descargar en sitios desactualizados que no invitan a la exploración ni a la comparación sencilla. Esta dificultad de acceso suele estar relacionada con el rol del currículo prescripto en la orientación de las prácticas de enseñanza en las escuelas. Las investigaciones muestran que en muchas ocasiones los docentes no conocen los diseños curriculares en profundidad ni basan sus prácticas en dichos documentos, que actúan como marcos regulatorios de poca incidencia en el aula real (Bruns y Luque, 2014; INEEd, 2015).

En síntesis

A modo de resumen de este capítulo, el análisis de los currículos de Ciencias de la región nos muestra algunas coincidencias importantes que nos proveen de elementos para pensar en posibles recomendaciones para el futuro:

Un aspecto a destacar es que la fundamentación de los currículos está alineada con las visiones y estándares internacionales de buenas prácticas y con el gran objetivo de la alfabetización científica como preparación fundamental un mundo en el que el saber científico y el desarrollo de capacidades del pensamiento son fundamentales para desarrollar una ciudadanía plena.

Sin embargo, esta visión no siempre se hace visible en los contenidos de enseñanza, mayormente formulados como una lista de contenidos conceptuales sin vinculación clara con el aprendizaje de capacidades científicas ni con una reflexión sobre la naturaleza de las ciencias ni las relaciones entre la ciencia y la sociedad.

Asimismo, la longitud excesiva de muchos currículos de la región favorece la cobertura superficial de los temas de enseñanza. Sobre este punto hay una clara oportunidad para la mejora, que no necesariamente implica una revisión curricular profunda sino, como han hecho algunos países, la elaboración de documentos complementarios que ayuden a los docentes a priorizar contenidos esenciales y programar la enseñanza para favorecer el aprendizaje profundo.

Otra oportunidad de mejora es la reformulación de los currículos en términos de progresiones de aprendizaje asociados a indicadores de logro. Salvo excepciones, los contenidos en los currículos se presentan en forma de listas de conceptos por año, lo que no hace sencillo establecer trayectorias claras en los aprendizajes a lo largo del ciclo escolar ni ofrece metas de aprendizaje que permitan orientar tanto la enseñanza como la evaluación por parte de los docentes. Tampoco ofrece oportunidades de articulación entre áreas curriculares.

Foto: Getty/ monkeybusinessimages

Capítulo 2

¿Qué aprenden de ciencias los estudiantes en las escuelas hoy? Resultados de las evaluaciones de la calidad educativa

Capítulo 2

¿Qué aprenden de ciencias los estudiantes en las escuelas hoy? Resultados de las evaluaciones de la calidad educativa

En el capítulo anterior se describió qué se propone que los alumnos aprendan en Ciencias, según los diseños curriculares de los países de la región. Sin embargo, aunque examinar los programas ayuda a entender qué tipo de formación los alumnos deberían recibir, para diagnosticar de manera cabal el estado de situación de la enseñanza de las Ciencias es fundamental poner la lupa sobre los aprendizajes de los alumnos.

En otras palabras, es preciso conocer cuáles de los contenidos y capacidades propuestos en los currículos son incorporados por los alumnos. Saber cuánto aprendieron realmente los alumnos es indispensable para poder tomar decisiones sobre los sistemas educativos de un país (Duró, 2015).

Hay varias fuentes de información que indican que los alumnos que asisten a la escuela primaria en países de América Latina no están aprendiendo lo que se propone en los diseños curriculares. Además, se observan grandes diferencias de desempeño escolar no solo entre los distintos países sino también entre grupos de alumnos de un mismo país. En este capítulo se realizará un resumen de los resultados de aprendizaje que surgen de las evaluaciones internacionales, regionales y, en algunos casos, nacionales, para analizar luego las disparidades existentes entre diferentes grupos de alumnos según su nivel socioeconómico, el tipo de escuela al que asisten (rurales o urbanas) y su género.

¿Qué nos dicen los resultados de las evaluaciones internacionales?

Una fuente valiosa para conocer los desempeños de los alumnos del nivel primario en Ciencias en clave internacional es el Estudio de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, por sus siglas en inglés), que se aplica en alrededor de 70 países del mundo. De América Latina, en la edición de 2015 participaron Chile y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), Argentina.

TIMSS es un examen basado en los contenidos curriculares de Ciencias y Matemáticas de los países participantes destinado a alumnos de 10 años (generalmente, que asisten a 4to grado). En su última versión, los resultados indicaron que Chile (con un promedio de 478 puntos) y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina (con 418 puntos) se posicionaron en Ciencias por debajo del promedio global de 500 puntos. Para tener un punto de comparación, los países de mejores puntajes como Singapur y Corea obtuvieron 590 y 589 puntos respectivamente (Martin, Mullis, Foy y Hooper, 2016). Esta evaluación no permite conocer en profundidad el posicionamiento de América Latina en el mundo en tanto participan en ella solo un país y una Ciudad. No obstante, como se muestra más adelante, se trata de dos jurisdicciones que suelen ubicarse a la cabecera de los puntajes obtenidos en otras evaluaciones internacionales (como por ejemplo PISA, que se aplica en alumnos de 15 años) y regionales y por lo tanto el hecho de que ambas se encuentren por debajo del promedio internacional muestra un panorama inquietante (aunque incompleto) acerca del posicionamiento de la región en el mundo en cuanto a los aprendizajes de los estudiantes en Ciencias en la escuela primaria.

A partir de esta evidencia, aunque limitada, se puede suponer que, en el nivel primario, América Latina no tiene un buen desempeño en Ciencias si lo comparamos con el de otras regiones del mundo más desarrolladas. Esto se complementa con los resultados en Ciencias de la evaluación PISA que, como se mencionó, se aplica en el nivel secundario. Los desempeños en PISA dan señales de preocupación en tanto

los puntajes de los estudiantes de países latinoamericanos se encuentran, también, por debajo del promedio internacional.

Los alumnos de la región alcanzan solo los desempeños más básicos en ciencias

A nivel regional, también hay evidencias de que los alumnos del nivel primario de la región no están aprendiendo lo que se propone desde los diseños curriculares. Las evaluaciones TERCE (Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo) llevadas a cabo por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) de la UNESCO (previamente mencionadas como fuente del análisis curricular comparativo) se aplican a alumnos de 3º y 6º grado en 15 países de América Latina y evalúan los aprendizajes de contenidos curriculares compartidos por los países participantes.

"En el nivel primario, América Latina no tiene un buen desempeño en ciencias si lo comparamos con el de otras regiones del mundo más desarrolladas"

TERCE evalúa de manera integrada los aprendizajes conceptuales con el desarrollo de capacidades científicas, tales como el reconocimiento de información y conceptos científicos, la comprensión y aplicación de los mismos y la resolución de problemas. Estas capacidades se categorizan en cuatro niveles (ver Tabla 2). El Nivel 1 que implica que los alumnos pueden reconocer acciones orientadas a satisfacer necesidades vitales y de cuidado de la salud en contextos cotidianos. Los niveles avanzan hasta el Nivel 4, que implica que los alumnos pueden completar varias actividades asociadas con competencias complejas tales como analizar investigaciones, evaluar, inferir y utilizar el conocimiento científico en situaciones relevantes.

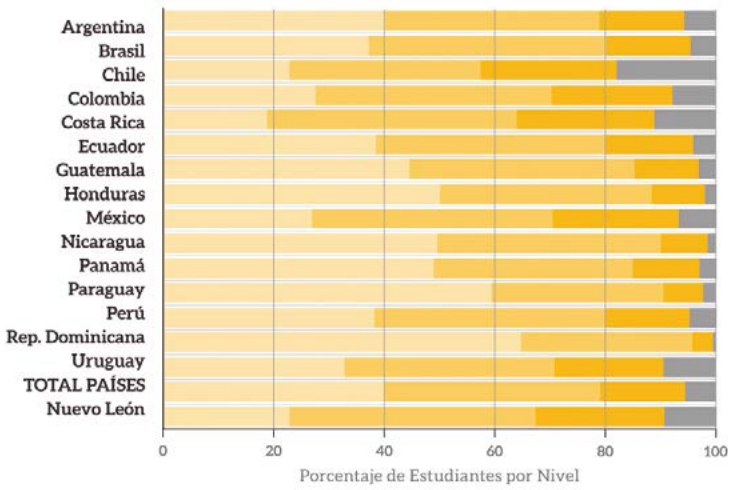
Los resultados de TERCE muestran que en el promedio de los países la gran mayoría de los estudiantes (casi el 80%) se encuentran en los dos niveles más bajos de rendimiento (ver Figura 1). Chile tiene la mayor proporción de alumnos alcanzado los niveles más altos, mientras que la República Dominicana muestra los resultados más bajos. En general, todos los países tienen por lo menos un 20% de alumnos alcanzando solamente el nivel 1 de desempeño (salvo Costa Rica con 18%) y, con la excepción de Chile, los países tienen menos del 10% de alumnos alcanzando el Nivel 4.

Tabla 2: Niveles y descriptores de capacidades en TERCE.

Nivel	Descriptor. Estos estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:
1	• Reconocer acciones orientadas a satisfacer necesidades vitales y de cuidado de la salud en contextos cotidianos.
2	• Interpretar información simple, presentada en diferentes formatos (tablas, gráficos, esquemas); comparar y seleccionar información para tomar decisiones y reconocer conclusiones. • Clasificar seres vivos o reconocer el criterio de clasificación a partir de la observación o la descripción de sus características. • Establecer algunas relaciones de causa y efecto en situaciones cercanas
3	• Interpretar información variada presentada en gráficos de distintos formatos y/o con más de una serie de datos, para hacer comparaciones y reconocer conclusiones. • Reconocer conclusiones a partir de la descripción de actividades de investigación. • Aplicar sus conocimientos científicos para explicar fenómenos del mundo natural en variadas situaciones. • Reconocer partes o estructuras de los sistemas vivos y relacionarlas con el rol que tienen en un sistema mayor.
4	• Analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas, inferir la pregunta que se desea responder y seleccionar información pertinente. • Discriminar entre distintas preguntas, aquellas que se pueden responder científicamente. • Utilizar términos científicos para nombrar fenómenos que no son del entorno inmediato. • Utilizar conocimientos científicos para comprender procesos naturales, los factores involucrados y el impacto de su variación.

Fuente: adaptado de OREALC / UNESCO (2013) Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227501. Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO

Figura 1: Distribución de estudiantes de 6° grado de primaria por nivel de desempeño en Ciencias Naturales en TERCE.

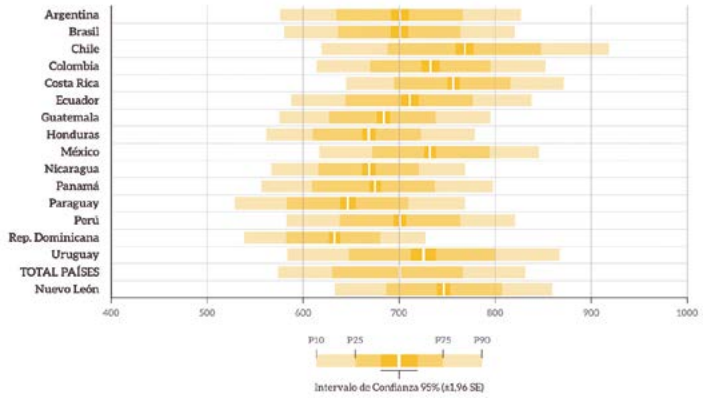


Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
40,1	38,8	15,3	5,8
37,2	42,9	15,3	4,6
22,8	34,7	24,5	18,0
27,6	42,6	22,0	7,8
18,8	45,1	24,9	11,2
38,5	41,5	15,8	4,2
44,5	40,8	11,5	3,2
50,1	38,2	9,7	2,0
27,0	43,4	22,9	6,7
49,6	40,3	8,5	1,6
48,9	36,1	12,0	3,0
59,3	31,2	7,1	2,3
38,1	42,0	15,1	4,8
64,7	31,0	3,7	0,6
32,8	38,0	19,6	9,6
40,0	39,1	15,2	5,7
22,8	44,6	23,3	9,3

Nivel I Nivel II Nivel III Nivel IV

Fuente: UNESCO (2015), p.87. Esta publicación está disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243532 en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO .

Figura 2: Variabilidad de las puntuaciones de los estudiantes de 6to grado de primaria en Ciencias naturales en TERCE.



Fuente: UNESCO (2015), p.85. Esta publicación está disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243532 en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO

Estos resultados muestran que la región tiene un desafío importante en términos de calidad educativa en el área de las Ciencias. Así, se observa que la mayoría de los alumnos ha alcanzado solamente las capacidades más básicas: son capaces de reconocer conceptos sencillos en contextos cotidianos además de seleccionar, comparar e interpretar información simple desde tablas, gráficos y esquemas para reconocer conclusiones. Por otro lado, los resultados también indican que menos de 1 de cada 5 alumnos se mostró capaz de aplicar o utilizar sus conocimientos científicos para explicar fenómenos del mundo natural, o de analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas o inferir la pregunta que se desea responder. Considerando la importancia que tiene el aprendizaje de estas capacidades fundamentales en el desarrollo troncal de los niños y las niñas en la escuela primaria, entendiéndola como etapa fundante del pensamiento y como parte de la preparación para los estudios secundarios, estos resultados señalan fuertemente la necesidad de fortalecer la educación científica en este nivel educativo.

El análisis comparativo de los desempeños de los países revela una variabilidad importante en los resultados. Chile y Costa Rica lideran las puntuaciones, mientras que Paraguay y la República Dominicana obtuvieron los peores resultados, con porcentajes muy altos de estudiantes que solo dominan las habilidades básicas (ver figura 2) (LLECE, 2016; Näslund-Hadley, Bando, Rocha y Bos, 2016).

Además de los bajos desempeños observados, otra cuestión que surge de los resultados es la desigualdad existente dentro de los sistemas educativos de la región. Los datos indican que la distancia entre los percentiles 10 y 90 del promedio regional oscila entre 575 y 831 puntos. Como muestra la Figura 2, el país que presenta la mayor variabilidad es Chile (con 299 puntos de diferencia), seguido de Uruguay (282 puntos de diferencia). La menor variabilidad se observa en República Dominicana (188 puntos de diferencia) y Nicaragua (201 puntos).

Progreso, pero lento

Como su nombre lo implica, el tercer estudio (TERCE) fue antecedido por dos otras evaluaciones regionales similares y será seguido por el cuarto estudio (ERCE) en el año 2019.

Al analizar las tendencias de los resultados a lo largo del tiempo, se observa que, en general, los países de la región lograron claras mejoras en todas las áreas curriculares, incluyendo las Ciencias, un logro especialmente destacable en el contexto de

ampliación del acceso a la educación en todos los niveles educativos (Rivas & Sánchez, 2016). Brasil, Chile, México y Perú son los países que más lograron mejorar sus resultados, reduciendo la proporción de alumnos que alcanzaban los niveles más bajos. En Ciencias, Brasil logró reducir la proporción de estudiantes en los niveles más bajos por más de siete puntos porcentuales, una de las mejoras más grandes del mundo en la última década (Näslund-Hadley, Bando, Rocha y Bos, 2016).

Sin embargo, los progresos no han sido los esperados en la mayoría de los sistemas educativos (Duró, 2015). En general, la región se caracteriza por un progreso lento. Un dato preocupante es que a los niveles actuales de mejora se proyecta una mínima de varias décadas antes de alcanzar los niveles educativos de países de la OCDE, considerando los datos que aporta la prueba PISA aplicada a alumnos de educación media. Por ejemplo, a Argentina le tomará 39 años alcanzar el promedio en Ciencias, y muchos otros nunca lo lograrán con las actuales tendencias (Näslund-Hadley, Bando, Rocha y Bos, 2016).

El avance de las evaluaciones nacionales

Casi todos los países de la región tienen actualmente algún modelo de evaluación nacional de los aprendizajes (Ferrer, 2006). Sin embargo, aunque todos se proponen medir la calidad del sistema educativo, existen importantes diferencias entre los países y sus programas de evaluación. Por ejemplo, algunos países como Ecuador toman exámenes muestrales para generar datos y así informar las nuevas políticas públicas de los ministerios, mientras que otros toman exámenes censales y de alto impacto (es decir, con consecuencias en la posibilidad de seguir estudios futuros) como, por ejemplo, en Brasil, donde los resultados de las evaluaciones que se toman al finalizar la educación secundaria son claves para definir el acceso a la educación superior.

Respecto de quién se ocupa de medir la calidad educativa, en algunos sistemas las evaluaciones se diseñan desde los Ministerios de Educación, aunque en otros se han creado institutos autónomos para ocuparse de la tarea. Hoy prácticamente en la totalidad de los países de América Latina existen centros, unidades, institutos o departamentos destinados a evaluar la calidad de la educación de sus sistemas (Murillo y Román, 2010). Algunos investigadores señalan que, aunque puede generar datos con mayor validez técnica, contar con instituciones autónomas puede presentar desafíos a la hora de trabajar en conjunto con los Ministerios de Educación en la creación de nuevas políticas públicas basadas en evidencia, que utilicen los resultados de las evaluaciones (Ferrer, 2006). Así, una de las necesidades más importantes en relación con las evaluaciones de calidad educativa es lograr que los resultados obtenidos se utilicen efectivamente para orientar las políticas y programas y generar mejoras tanto sistémicas como en el nivel micro de cada escuela.

Las trayectorias y los caminos tomados por los países hasta la creación de dispositivos de evaluación de la calidad educativa también fueron diversos. En algunos casos se fueron introduciendo paulatinamente, empezando con evaluaciones específicas (por ejemplo, para evaluar el impacto de un proyecto de mejora o para regular la admisión a la educación superior) y luego expandiéndose. En otros, la evaluación educativa se introdujo de manera repentina como parte de reformas en educación y políticas más generales. En varios países, la tarea de evaluación educativa fue acompañada por cambios en las leyes nacionales que garantizan su sostenimiento en el tiempo y evitar así que la medición dependa de la voluntad del gobierno de turno.

"En varios países, la tarea de evaluación educativa fue acompañada por cambios en las leyes nacionales que garantizan su sostenimiento en el tiempo"

Hay grandes desafíos para la medición válida y útil de un sistema educativo nacional. Los equipos técnicos deben estar bien capacitados, con una estabilidad temporal y con la capacidad logística y financiera de llevar a cabo las evaluaciones (Martínez-Rizo, 2016). Además, hay que elaborar instrumentos de evaluación válidos que permitan capturar las diferencias asociadas a las heterogeneidades de capacidades, contextos socioeconómicos, géneros, localidades, pertenencias a diversos grupos étnicos y lenguas (Murillo y Román, 2010). Esto se complica aún más, como se discutió en el capítulo anterior, dado que muchas veces los currículos nacionales no ofrecen definiciones claras sobre qué se espera que los alumnos aprendan. Además, a no ser que haya una fuerte y coherente coordinación entre las unidades de curricularistas, los equipos responsables de la formación docente, las instituciones responsables de la evaluación y las comunidades escolares (incluyendo los equipos directivos, los docentes, los alumnos y las familias) en las que dicha evaluación se implementa, se pueden generar grandes obstáculos a la hora de llevar a cabo las actividades de evaluación del sistema, incluyendo tasas elevadas de no respuesta en distintas jurisdicciones participantes (Martin y Rizo, 2009).

En este contexto, los países latinoamericanos están avanzando hacia la elaboración de evaluaciones nacionales de la calidad educativa alineadas con estándares internacionales. Sin embargo, quedan desafíos por delante en términos

de garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

En términos generales, los resultados de la evaluación de los aprendizajes que se obtienen a nivel nacional coinciden con los observados en exámenes internacionales como TERCE y TIMMS. Aún existen importantes porcentajes de niños y niñas que alcanzan solo los desempeños más básicos en Ciencias y se observa una fuerte asociación entre el origen socioeconómico de los estudiantes y sus aprendizajes escolares, revelando que la escuela primaria no está pudiendo cerrar las brechas existentes entre alumnos de distintos orígenes.

Con el fin de profundizar el análisis, a continuación, se presentan en mayor detalle los casos de las evaluaciones implementadas en Argentina y Uruguay.

Argentina

Evaluación Aprender

Cómo se administra:

En el nivel primario, la evaluación Aprender es aplicada de manera muestral en Producción escrita 3° grado y de manera censal en Lengua, Matemática, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en 6° grado. En su última edición (2017) se desarrolló en casi 30 mil escuelas y contó con la participación de más de 900 mil estudiantes.

Aprender es llevada a cabo por la Secretaría de Evaluación Educativa del Ministerio de Educación y Deportes. Sus resultados se difunden por provincia. Existe desde el 2016, en reemplazo del anterior Operativo Nacional de Evaluación (ONE) (SEE, 2017b).

Ejemplo de un ítem de Ciencias Naturales:

Paula quería estudiar las condiciones necesarias para la germinación de semillas de girasol. Para eso utilizó 4 macetas y las colocó en un sector del patio de su casa donde recibían la misma iluminación. En las macetas colocó

Maceta 1	Maceta 2	Maceta 3	Maceta 4
Tierra mezclada con arena	Tierra mezclada con materia orgánica	Tierra arcillosa	Tierra mezclada con piedras

Luego, puso 5 semillas de girasol en cada maceta y las regó con la misma cantidad de agua durante una semana. Todos los días, Paula observó las macetas para ver si las semillas germinaban.

¿Cuál es la pregunta que quiere contestar Paula haciendo esta experiencia?

a) ¿Cuál es la mejor semilla para cada tipo de suelo?

b) ¿Cuál es el mejor tipo de suelo para la semilla utilizada?

c) ¿Cuál es la iluminación más adecuada para la semilla utilizada?

d) ¿Cuál es la cantidad de agua adecuada para cada tipo de suelo?

Fuente: Simulador de la Prueba Aprender, 2017 https://simuladorevaluaciones.educacion.gob.ar/ Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Este ítem de evaluación es de 6º grado, tomado del área de contenidos "Seres vivos". En este caso se evalúa si el alumno es capaz de analizar la situación, infiriendo la pregunta de investigación a partir del diseño experimental planteado. Para ello, tiene que conocer las condiciones necesarias para que una semilla germine y luego identificar la variable independiente (en este caso, el tipo de suelo utilizado). Podemos ver que las opciones A y C ofrecen posibles preguntas de investigación con respecto a condiciones de germinación y se podría inferir que los alumnos que eligen estas opciones pueden identificar una pregunta de investigación, aunque en este caso no pudieron identificar cuál variable se modificaba y cuáles se controlaban y medían, según informa el texto inicial. La opción D es una pregunta que investiga otro objeto de estudio. Por lo tanto, la respuesta B es la correcta.

Argentina

Resultados en Ciencias Naturales

En general los resultados en 6to grado de Aprender muestran un panorama con algunos logros importantes. En primer lugar, podemos ver que cerca del 70% de los estudiantes alcanzaron un nivel satisfactorio o avanzado (ver Tabla 3).

Los resultados muestran también que existen aún importantes disparidades en los desempeños de los alumnos según su contexto socioeconómico. Como muestra la Figura 3, entre los estudiantes cuyos hogares pertenecen a un nivel socioeconómico alto, el 85% se ubica en los niveles "Avanzado"/"Satisfactorio", mientras que solo un 5% en el nivel "Por debajo del nivel básico". En cambio, entre los estudiantes de bajo nivel socioeconómico, casi la mitad se encuentran por de bajo de los niveles de logro esperados, y un 22% se ubica en el nivel "Por debajo del nivel básico".

Aprender encontró pocas diferencias entre escuelas urbanas y rurales en el nivel primario, ni tampoco se encontraron fuertes diferencias en ciencias naturales entre mujeres y varones.

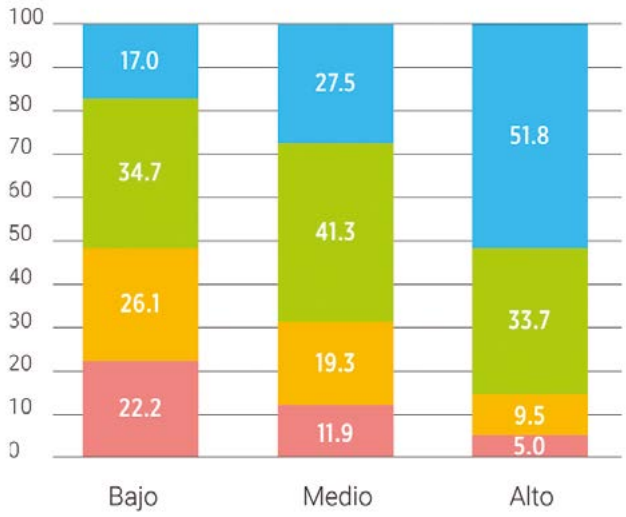
Donde sí se encontraron diferencias fue entre escuelas de gestión privada y de gestión estatal. En general, las escuelas privadas obtuvieron muchos más alumnos en el nivel avanzado (45.6% comparado con 22.3% de estudiantes en escuelas públicas).

Tabla 3: Capacidades y contenidos que describen a cada nivel de desempeño en la evaluación de Ciencias Naturales de 6° grado (SEE, 2017a).

Avanzado	Responden respecto de aspectos de mayor complejidad conceptual. Relacionan e interpretan información proveniente de diferentes tipos de fuentes como textos e infografías, realizan inferencias y establecen relaciones causa-efecto. Además, analizan situaciones problemáticas en las que se requiere el manejo de conceptos y términos específicos y situaciones experimentales en las que es preciso determinar la validez de un experimento, predecir resultados e identificar explicaciones utilizando marcos teóricos específicos de las disciplinas.
Satisfactorio	Utilizan conceptos específicos del área para explicar fenómenos del entorno natural. Interpretan información explícita e implícita presentada en textos, esquemas conceptuales, tablas, gráficos de más de dos variables y representaciones gráficas propias de la disciplina. Además, resuelven situaciones problemáticas contextualizadas utilizando marcos teóricos específicos del área y analizan situaciones experimentales en las que se requiere identificar el objetivo de una investigación, predecir resultados y extraer conclusiones.
Básico	Identifican información explícita presentada en tablas de no más de tres filas y en fenómenos naturales presentes en el entorno cotidiano a partir de los cuales pueden también establecer relaciones causa-efecto. Utilizan conceptos básicos para resolver situaciones problemáticas e interpretan modelos gráficos sencillos. Además pueden extraer conclusiones de situaciones experimentales cuyos resultados se muestran en imágenes.
Por debajo del nivel básico	A partir de imágenes, identifican conceptos del área que están ampliamente visibilizados en el entorno social y resuelven situaciones que les permiten apelar a vivencias cotidianas. Además, extraen información puntual presentada en gráficos de barra con una sola serie de datos.

Fuente: Adaptado de SEE, 2017. p.33 https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_nacional_2017_primaria.pdf Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Figura 3: Resultados de los estudiantes en Ciencias por nivel socioeconómico



Fuente SEE, 2017. p.52 https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_nacional_2017_primaria.pdf Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Uruguay

Evaluación SEA

Cómo se administra:

Uruguay lleva a cabo evaluaciones muestrales en diferentes áreas (históricamente, Lectura y Matemática, pero desde el 2009 se incluyeron las Ciencias Naturales). En el 2013, se llevó a cabo en alumnos de 3º y 6º grado de escuela primaria y 3º de escuela media. Vale señalar que desde 2013 las evaluaciones se llevan a cabo de manera digital.

Qué se evalúa

Uno de los objetivos de la evaluación nacional del aprendizaje en 6º año es obtener información sobre el grado de desarrollo de la alfabetización científica de los estudiantes en el momento de la graduación de la educación primaria, entendida como una competencia general que se desarrolla a lo largo de la vida y que constituye una base componente de la educación ciudadana. A los efectos de esta evaluación, la competencia científica de los alumnos que se gradúan en el sexto año se define como la capacidad de establecer ciertas habilidades cognitivas y utilizar el conocimiento científico para resolver problemas de naturaleza científica y tecnológica, en diversos contextos (ANEP, 2015).

Por ejemplo, un típico ítem de la evaluación puede ser similar al siguiente: "Un cocinero empleaba cucharas de metal para resolver la comida, pero el mango se calentaba tanto que ahora cambió por cucharas con mango de madera porque: (a) la madera es mala conductora del calor; (b) el metal es mal conductor del calor; (c) la madera es más suave que el metal; o (d) el metal es más frío que la madera" (ANEP, 2015).

Esta pregunta está basada en la interpretación y aplicación de conceptos fisicoquímicos, y requiere que los alumnos fundamenten la elección de un material basándose en sus conocimientos sobre la conductividad térmica de los materiales. Al mirar el porcentaje de respuestas, se puede ver que la mayoría de los alumnos eligen incorrectamente la opción (b), malinterpretando el uso del descriptor "bueno" y "malo" (en este caso, un "buen conductor de un calor es una "mala" opción, dado que puede hacer que el material queme.

Resultados en Ciencias Naturales

Los resultados de las evaluaciones en Uruguay se publican por nivel de desempeño. En el 2013, se vio que casi el 44% de los alumnos de 6° año se encontraban por encima del nivel 1.

Los resultados mostraron una leve ventaja en los desempeños de los varones por sobre los de las mujeres. En cuanto a la incidencia del entorno socioeconómico y cultural de la escuela en los resultados de aprendizaje, Uruguay sigue la tendencia de la región, con los alumnos de entornos muy favorables alcanzando los mejores puntajes.

Como se observa en los casos anteriores, los resultados de las evaluaciones nacionales muestran tendencias similares a los resultados que resalta TERCE. En la mayoría de los países de la región, evaluaciones nacionales muestran que porcentajes importantes de alumnos alcanzan niveles por debajo de los esperados, con grandes diferencias según el nivel socioeconómico de los alumnos.

No todos aprenden lo mismo

Casi todos los programas de evaluación de calidad educativa en la región también tratan de medir si diversos grupos de estudiantes en el país aprenden lo mismo y en qué medida diversos factores contextuales están asociados a los logros académicos de los estudiantes. Esto se hace a partir de la inclusión de cuestionarios asociados a las evaluaciones que se aplican a los alumnos, aunque muchas veces también a los docentes, directivos y familias. De esta manera, se pueden generar datos acerca de condiciones de infraestructura, equipamiento, formación (en el caso de docentes y directivos), prácticas, actitudes y realidades socioeconómicas (incluyendo nivel educativo de los padres, si el niño trabaja, y el acceso a servicios básicos como el agua potable, la energía y el acceso a la información) (Ferrer, 2006). Luego, estos datos se asocian y se "cruzan" con los datos de desempeño educativo, para poder entender en más profundidad la realidad educativa de diversas partes de la sociedad y la relación entre dichos factores asociados y los aprendizajes que logran niños y niñas.

A partir de estos análisis se puede ver que la región se caracteriza por grandes desigualdades en los niveles de desempeño entre distintos grupos de alumnos según su contexto socioeconómico, el tipo de escuelas a las que asisten (urbanas o rurales) y su género. De acuerdo al coeficiente educativo de Gini, un indicador que mide la desigualdad educativa, la calidad de educación en América Latina se ubica entre las más desiguales del planeta, superada solo por la región de África y el sudeste asiático (Jacob y Holsiyger, 2008).

El nivel socioeconómico importa

Una de las diferencias más fuertes que se encuentra en la región es la diferencia en los resultados de alumnos según su nivel socioeconómico (ver Figura 4).

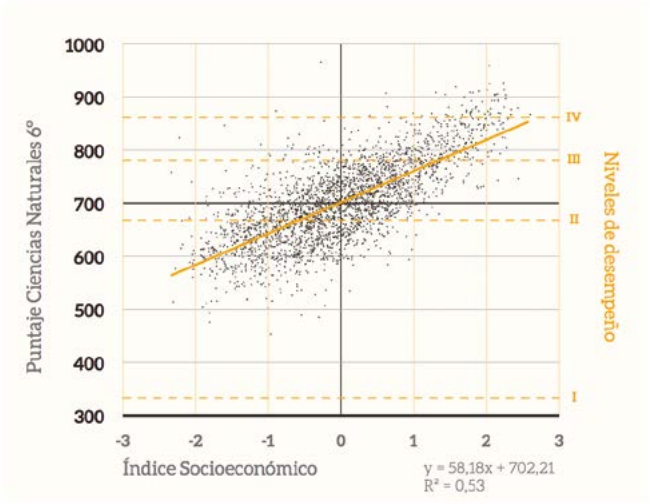
Aunque el nivel socioeconómico es un factor fuertemente asociado con los desempeños educativos de los estudiantes de la mayor parte de los países del mundo (Çiftçi y Cin, 2017), vale subrayar que en el caso de la región latinoamericana esta asociación es particularmente intensa (Cruces, Domench y Gasparini, 2012).

En las evaluaciones TERCE, las diferencias en el índice socioeconómico de la escuela (que es a su vez representativo de la población de alumnos que asisten a dicha escuela) daban cuenta de entre el 45% y 63% de la variación en los puntajes de los alumnos. Esto implica, como se mencionó, que a pesar de que el acceso al nivel primario es prácticamente universal en la región, los sistemas educativos no están pudiendo saldar las brechas existentes entre niños y niñas de familias de sectores populares y aquellos que provienen de orígenes más favorecidos. En otras palabras, la escuela primaria en América Latina hoy no logra igualar las oportunidades educativas de los niños.

Los estudios realizados en escuelas de contextos de pobreza coinciden con este panorama general, en coincidencia con lo que muestran los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales. Por ejemplo, una investigación realizada en 151 escuelas argentinas de contextos de alta vulnerabilidad socioeducativa que analizó los resultados de evaluaciones de aprendizaje de Ciencias de alumnos de 4to y 6to grado mostró resultados inquietantes (Furman, 2012). En coincidencia con las evaluaciones estandarizadas, la investigación reveló que niñas y niños podían resolver solamente preguntas y ejercicios de muy baja demanda cognitiva y que tenían dificultades serias o comprender consignas básicas o fundamentar sus respuestas.

Afortunadamente, vale notar también que hay algunas escuelas que van en contra de la tendencia observada, atendiendo a poblaciones vulnerables pero alcanzando niveles educativos mayores al promedio (en la Figura 6, son las escuelas que se encuentran por arriba de la línea naranja que muestra la tendencia de la relación entre el índice

Figura 4: Resultados de aprendizaje en Ciencias Naturales en 6° grado según el índice socioeconómico de la escuela.



Nota: cada punto representa a una escuela de la muestra

Fuente: Treviño et al., 2016, p.127. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243533 Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO

socioeconómico y el puntaje en Ciencias). Si bien para pensar la educación en contextos de pobreza más ampliamente es esencial proponer políticas intersectoriales (por ejemplo, de alimentación, salud, trabajo y vivienda) basadas en evidencia (Rivas, 2015), aquí se abre una oportunidad para la investigación educativa en busca de entender qué características y prácticas se observan en dichas escuelas que desafían el statu quo y logran ofrecer mejores oportunidades a los alumnos de sectores populares que permitan luego extender dichos hallazgos a otras escuelas generando programas o políticas específicas para instituciones de contextos similares.

Diferencias entre, pero también dentro de las escuelas

Más allá de la población a la cual atiende, hay muchos factores de una escuela que pueden incidir en los resultados, como por ejemplo su gestión (estatal o privada) o su ubicación geográfica.

Las escuelas privadas, es decir, las que no son financiadas por el Estado, representan alrededor del 20% de la matrícula de la educación primaria de la región. Un dato importante a tener en cuenta es que América Latina es la región del mundo donde la provisión educativa privada ha crecido más en las últimas décadas (Verger, Moschetti y Fontdevila, 2017). El porcentaje de estudiantes que asiste a instituciones privadas aumenta en las ciudades: un estudio de 12 países de América Latina mostró que en los centros urbanos casi 1 de cada 4 alumnos frecuentaba una escuela privada (Pereyra, 2008).

"En los exámenes de PISA, una vez que se toma en cuenta los niveles socioeconómicos de los alumnos la brecha entre escuelas públicas y privadas se vuelve estadísticamente insignificante"

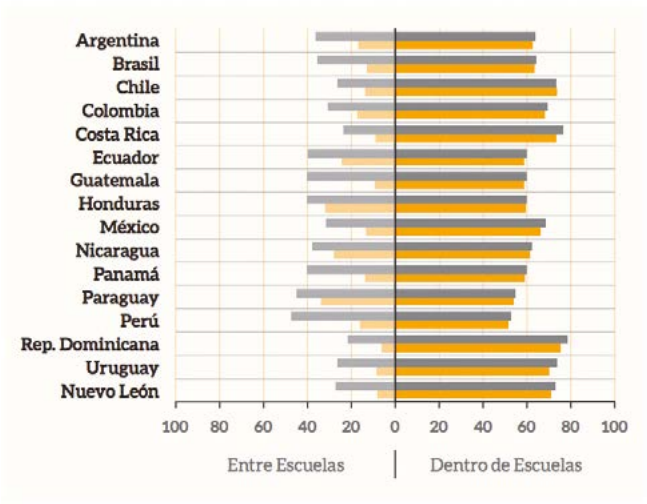
Aunque no se encuentran resultados comparativos en Ciencias del nivel primario a nivel regional, los resultados de las evaluaciones nacionales y algunos estudios indican que, generalmente, las escuelas privadas proveen educación de mejor calidad que las escuelas de gestión estatal (Calónico y Ñopo, 2007). Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta ventaja en los resultados académicos generalmente se debe a que las escuelas privadas tienden a tener alumnos de mayores recursos económicos y por lo tanto en lugar de reflejar las diferencias basadas en la gestión (estatal o privada) de la escuela - relacionadas con los niveles de recursos o el grado de autonomía de los directivos, entre otros factores - es probable que estos resultados simplemente reflejen el estatus más privilegiado de los alumnos (Verger, Moschetti y Fontdevilla, 2017). De hecho, en los exámenes de PISA, una vez que se toma en cuenta los niveles socioeconómicos de los alumnos la brecha entre escuelas públicas y privadas se vuelve estadísticamente insignificante (OCDE, 2011).

La ubicación geográfica de las escuelas también está asociada a diferentes resultados de aprendizaje. Las escuelas rurales tienen desventajas de larga data, dado que en su mayoría tienen pocas clases, generalmente con modalidad de plurigrado y tienen menor acceso a recursos y condiciones de infraestructura que las escuelas urbanas. Históricamente, las escuelas rurales han obtenido menores logros académicos que las urbanas (Näslund-Hadley, Cabrol y Ibarraran, 2009). Este resulta un dato relevante sobre todo en países como Guatemala, Honduras, Nicaragua, México, Paraguay, Panamá y Perú, donde la mayoría de las escuelas son rurales[1]. No obstante, en TERCE, aunque a primera vista las escuelas urbanas mostraron una ventaja en logros académicos respecto a sus pares rurales, cuando se toma en cuenta el nivel socioeconómico de los alumnos desaparece una gran parte de la asociación negativa entre ruralidad y logros de aprendizaje e incluso se vuelve positiva en algunos países (Treviño, Fraser, Meyer, Morawietz, Inostroza y Naranjo, 2016).

Las diferencias en los resultados de aprendizaje no se limitan solamente a las escuelas que atienden a diferentes poblaciones. También se pueden ver llamativas diferencias entre alumnos que pertenecen a una misma escuela (Ver Figura 5). Los resultados de TERCE muestran que entre el 36-82% del total de las diferencias de desempeño en Ciencias (es decir, entre la mejor nota y la peor nota de dos alumnos de la misma escuela) ocurre entre alumnos de un mismo instituto escolar (Treviño, Villalobos y Baeza, 2016).

1 Aunque se encuentra un predominio de escuelas rurales en los países mencionados, dado que en general estas tienen matrículas más reducidas que las urbanas, esto no significa que la mayoría de los estudiantes asistan a escuelas rurales. Además, cabe aclarar que se toma en cada caso la definición local de "escuela rural", lo que dificulta realizar generalizaciones y comparaciones a nivel regional (Treviño, Fraser, Meyer, Morawietz, Inostroza y Naranjo, 2016).

Figura 5: Diferencia de logros académicos entre escuelas y al interior de las escuelas, medida como porcentaje de la varianza.



Nota: Las barras superiores de cada país, en gris, representan la varianza en los resultados de la evaluación. La barra inferior de color naranja muestra los resultados después de tomar en cuenta factores asociados a niveles socioeconómicos. Cuanto mayor es la diferencia entre las dos barras, más grande es la influencia del nivel socioeconómico para explicar las desigualdades de logro entre escuelas

Fuente: Treviño et al., 2016, p.132 https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243533 Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO

El gráfico anterior indica dos cosas importantes. Por un lado, la parte izquierda del gráfico (Entre escuelas) apoya la idea ya mencionada de que parte de las diferencias de desempeño observadas entre las escuelas se deben al contexto socioeconómico de los alumnos, en tanto la barra naranja (es decir, cuando se controla por el nivel socioeconómico de las escuelas) tiene una longitud bastante menor que la gris. Esto refuerza la idea de que las escuelas no están pudiendo revertir las brechas de origen de los alumnos.

Por otro, la parte derecha del gráfico (Dentro de las escuelas) indica que las diferencias de puntajes de niños y niñas que asisten a misma escuela no tienen que ver con su origen socioeconómico (un resultado que cobra sentido en tanto las escuelas suelen atender a estudiantes de contextos similares) sino a otros factores relacionados con la relación entre la enseñanza y los aprendizajes. En otras palabras, en una misma escuela existen niños con niveles de desempeño muy dispares en el área de las Ciencias. Esto muestra que, más allá de los intereses y capacidades individuales que existen respecto a las Ciencias en cualquier grupo de niños y niñas y que seguramente juegan un rol en las diferencias observadas, las escuelas no están logrando que todos los estudiantes alcancen los aprendizajes buscados. La diferencia entre niños y niñas de una misma escuela llama la atención, en tanto es sustantivamente más grande que la diferencia que se observa entre escuelas. Desde este punto de vista, podría argumentarse que una oportunidad de mejora importante en la educación de las Ciencias tiene que ver con crear condiciones de enseñanza para que todos los estudiantes aprendan, más allá de sus puntos de partida, intereses o capacidades iniciales.

Desempeños según el género

En la región también aparecen desigualdades en los aprendizajes de mujeres y varones en todas las áreas curriculares. En términos generales, las diferencias de logro académico por género muestran considerable variación a través de los países, sin poder observarse un patrón claro. Estas diferencias se fortalecen e incrementan más en niños de 6to grado que de 3er grado, sugiriendo que la brecha puede estar vinculada a la progresión en el sistema educativo (Gelber, Treviño e Inostroza, 2016).

En el área de Ciencias en particular, los resultados de TERCE no muestran una tendencia clara a favor de los niños o las niñas (ver Figura 6). Esto fue un cambio drástico comparado a los resultados encontrados a partir del Segundo Estudio Regional y Comparativo (SERCE) de UNESCO, llevado a cabo en el 2006, ya que antes se veía una ventaja de género para los varones, mientras en TERCE hubo algunos países donde las brechas se cerraron y hasta invirtieron (Gelber, Treviño e Inostroza, 2016). Estos resultados se contrastan con otras áreas; por ejemplo, en el área de Matemática los varones muestran una ventaja significativa, mientras que en el área de Lengua donde las mujeres tienen mejores desempeños y en ambos casos los resultados fueron similares entre SERCE y PERCE (Ganimian, 2009).

Como se observa en el gráfico, existen diferencias significativas por género en muchos países, pero no siempre a favor de uno de los géneros. En países como Argentina, Chile, Panamá y Paraguay las niñas obtuvieron mejores puntajes, en contraste con Costa Rica, Guatemala, Nicaragua o Perú en los cuales los varones tuvieron mejores desempeños.

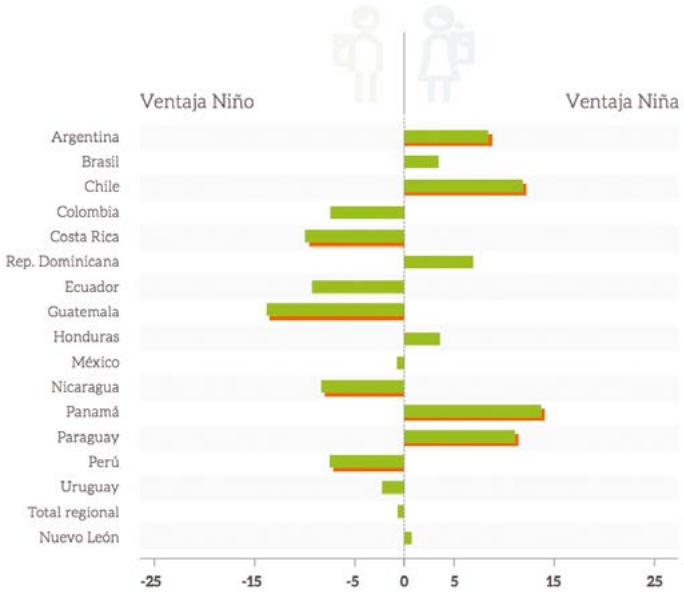
Un estudio explicativo sobre las diferencias de género encontrados en TERCE llevado a cabo en el 2016 encontró que había varios factores que podrían explicar estas diferencias. Por un lado, se postulaba que quizás estaban en juego ciertos estereotipos y expectativas basadas en el género, por ejemplo, la idea de que las mujeres se destacan en la comunicación y los varones en la Matemática o Ciencias. Pero, además, el estudio mostró que el alto nivel educativo de la madre, las expectativas educativas de los padres, el hábito de leer regularmente y las prácticas docentes, son las variables que más explican la brecha de género encontrada en el área de Ciencias en los países en que esta brecha existe

(Gelber, Treviño e Inostroza, 2016). Otros factores también son importantes, como la representación política de las mujeres o la participación en el mercado laboral: en los países donde las mujeres trabajan y participan más, las niñas tienen mejores desempeños en las evaluaciones en Ciencias (Gelber, Treviño e Inostroza, 2016).

"La sobre-representación de varones en los mejores niveles de desempeño podría ser parte de la explicación de la falta de mujeres en carreras en ciencias"

Sin embargo, donde sí hay una diferencia es en la distribución de niñas y varones en los niveles de desempeño más altos (Gelber, Treviño e Inostroza, 2016). La sobre-representación de varones en los mejores niveles de desempeño podría ser parte de la explicación de la falta de mujeres en carreras en Ciencias y otras relacionadas con la ingeniería y la tecnología (dentro del paradigma STEM), ya que es posible que los alumnos que sobresalgan en Ciencias o carreras afines en la escuela prefieran luego seguir la educación en dichas áreas.

Figura 6: Diferencias en el puntaje (niña-niño) en Ciencias en sexto grado.



Nota: Las sombras naranjas indican que las diferencias son estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Fuente: Gelber, Treviño e Inostroza, 2016, p.51. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244349_spa Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia CC-BY-SA 3.0 IGO

En síntesis

A modo de resumen de esta sección, el análisis de las evaluaciones internacionales, regionales y nacionales en Ciencias nos muestra nuevamente algunos puntos en común en los países de la región y sugieren oportunidades para la mejora educativa.

En primer lugar, las evaluaciones revelan que (si bien existen diferencias relevantes entre países) un alto porcentaje de estudiantes de la región no está logrando aprender los saberes esperados en Ciencias en la escuela primaria.

Esta tendencia se acentúa en escuelas que atienden a estudiantes de contextos desfavorecidos, en las cuales la proporción de alumnos que alcanzan solo los niveles más básicos de desempeño en Ciencias es extremadamente elevada. La inequidad educativa es un problema serio a resolver en las escuelas latinoamericanas, en el marco de sociedades con altos índices de desigualdad. Este dato habla de la necesidad de conocer en profundidad qué está sucediendo adentro de las aulas y de las escuelas, como se discutirá en el próximo capítulo, para orientar las acciones de mejora. En este sentido, las escuelas de alto desempeño que atienden a poblaciones de bajo nivel socioeconómico abren una oportunidad para la investigación en pos de comprender mejor qué prácticas institucionales y de enseñanza están logrando generar mejores oportunidades en Ciencias para los niños y las niñas más desfavorecidos.

En los últimos años ha habido mejoras en los desempeños en Ciencias, en el marco de un proceso de universalización del acceso a la educación primaria. Si bien este resultado es alentador, se trata de un progreso lento que no permite alcanzar en tiempos razonables los resultados educativos de otras regiones más desarrolladas del mundo.

Dentro de las escuelas existen, también, diferencias llamativas en el desempeño de los alumnos. Esto da señales de la necesidad de generar condiciones de enseñanza para que todos los estudiantes aprendan, más allá de sus puntos de partida, intereses y capacidades particulares. Aquí se abren oportunidades para repensar el trabajo en la formación docente inicial y continua, fortaleciendo sus estrategias para la enseñanza en aulas heterogéneas de modo de lograr alcanzar a todos los estudiantes.

Finalmente, en el nivel primario no se observan diferencias claras de desempeño según el género, una brecha sobre la cual ha habido avances significativos, si bien aún existe una sobrerrepresentación de alumnos varones en los niveles más altos de desempeño en el área que instan a seguir fortaleciendo los programas destinados a generar el interés por las Ciencias y disciplinas asociadas en las niñas.

Foto: creativeart / Freepik

Capítulo 3

Del currículum prescripto al implementado: una mirada al interior de las aulas de ciencia.

Capítulo 3

Del currículum prescripto al implementado: una mirada al interior de las aulas de ciencias

Como se expuso en el capítulo anterior, el bajo nivel de desempeño de los estudiantes latinoamericanos en el área de Ciencias es preocupante, si pensamos en la formación de ciudadanos competentes que puedan participar de manera activa e informada de los debates en sus comunidades y del mundo del trabajo.

Estos resultados llaman la atención, especialmente teniendo en cuenta que los currículos de Ciencias en la región en general están alineados a los principios y estándares valorados internacionalmente para promover la alfabetización científica. Pareciera entonces que el problema fundamental no está en los currículos prescriptos sino en otra parte. Surgen entonces interrogantes respecto de lo que sucede efectivamente al interior de las aulas, es decir, en el pasaje del currículum prescripto al implementado.

En el presente capítulo se analizarán las características que asume habitualmente la enseñanza de las Ciencias en las aulas de la escuela primaria de América Latina, contemplando tanto la dimensión pedagógico-didáctica como aspectos estructurales e institucionales. Se trata de un campo de estudio en incipiente desarrollo, cuya importancia es crucial para comprender el estado de situación y promover la implementación de políticas e iniciativas informadas para fortalecer la enseñanza de las Ciencias en la región.

En el primer apartado se explora el tiempo dedicado a la enseñanza de las Ciencias en las escuelas y el porcentaje de uso efectivo de dicho tiempo, relacionándolo con las oportunidades de aprendizaje que reciben los alumnos. Luego, se analiza la cobertura de los currículos, analizando las diferencias que existen entre la enseñanza de contenidos de distintas ramas de las Ciencias. El tercer apartado se pregunta por los enfoques y estrategias de enseñanza observadas en las aulas y su relación con los aprendizajes logrados por los alumnos, así como sus actitudes hacia las Ciencias. A continuación, se analizan las prácticas de evaluación de los aprendizajes en ciencias que ponen en juego los docentes. Finalmente, se analizan cuestiones de infraestructura escolar y de recursos importantes para la enseñanza del área, incluyendo la disponibilidad de laboratorios y de computadoras y otras Tecnologías de la Información y Comunicación.

Perder el tiempo es perder valiosas oportunidades para el aprendizaje

Una de las cuestiones básicas a examinar al indagar sobre la enseñanza de las Ciencias es si efectivamente se le dedica tiempo suficiente en las escuelas, pues la investigación educativa da muestras claras de que el tiempo de enseñanza es un factor importante para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, vale la pena considerar tres niveles de análisis: cuánto tiempo pasan los estudiantes en la escuela en general, qué lugar ocupa el área de Ciencias en la caja horaria escolar y cómo se utiliza el tiempo de clase para la enseñanza.

En términos formales, la duración del calendario escolar, es decir, la cantidad mínima de días de clase estipulada oficialmente como ciclo lectivo es variable entre los países de la región, con una tendencia a equipararse al parámetro recomendado internacionalmente de 200 días de clase por año (UNESCO, 2004; Banco Mundial, 2004). Por ejemplo, éste es el caso de Brasil, Honduras, México y Venezuela. Costa Rica tiene el ciclo lectivo más extenso (205 días) y Uruguay el más corto (fijado por ley en 155 días) (Tenti Fanfani, Meo y Gunturiz, 2010). En Argentina, por su parte, se aumentó el mínimo a 180 días en 2004 y a 190 en 2011 (Consejo Federal de Educación, 2004; 2011).

No obstante, se ha señalado que en muchos países, sobre todo en aquellos en vías de desarrollo como los de la región latinoamericana, la cantidad efectiva de días de clase es inferior a lo establecido oficialmente, reduciéndose incluso hasta en un 50% (Veleda, 2013; Martinic, 2015). Entre sus causas principales se destaca el ausentismo de los docentes (a causa de licencias, huelgas, jornadas de capacitación, etc.) y también el de los alumnos (Gillies y Quijada, 2008; PREAL, 2002). Por citar solo un ejemplo, según los datos reportados en el informe TIMSS 2015, tanto en la Ciudad de Buenos Aires como en Chile, el 15% de los alumnos de 4to grado faltaron al menos una vez por semana a la escuela.

Por otro lado, existe entre los países de la región latinoamericana una gran dispersión en términos de la cantidad de horas diarias que asisten los estudiantes a la escuela. Esto se ve reflejado, principalmente, en la proporción de alumnos que asisten a escuelas de jornada completa. Según los datos recopilados del TERCE, en promedio, un 23% de los alumnos de América Latina y el Caribe de 3er grado y un 22% de 6to asisten a escuelas de jornada completa. La proporción más alta la tiene Chile, alcanzando al 85% de los estudiantes de 3ro y el 84% de 6to y le sigue Uruguay, con 57% y 56% respectivamente. En cambio, en Guatemala, Paraguay y República Dominicana, el porcentaje de alumnos en escuelas de jornada completa es inferior al 10% (Ganimian, 2015). Además, estas diferencias entre países se sostienen al contemplar el rendimiento promedio de sus estudiantes en las pruebas de Lengua, Matemática y Ciencias, indicando que existe una relación positiva entre la extensión de la jornada y el aprendizaje (Ídem).

"Existe entre los países de la región latinoamericana una gran dispersión en términos de la cantidad de horas diarias que asisten los estudiantes a la escuela"

En cuanto a la distribución de la carga horaria semanal entre las asignaturas que conforman los diseños curriculares, un estudio de la UNESCO mostró que, a nivel mundial, en la escuela primaria se destina oficialmente una mayor proporción promedio de horas al área de Lengua (escritura, lectura y literatura), seguida por Matemática, Educación Artística y Ciencias Sociales. Las Ciencias Naturales ocupan en promedio el sexto lugar, aunque la proporción de horas dedicadas a la asignatura aumenta en los sucesivos años del nivel primario, llegando al 8,8% del tiempo de clase en 6to grado (superado solo por Lengua, Matemática y Ciencias Sociales) (Benavot, 2004).

Esta cifra se asemeja a lo relevado por el estudio TIMSS 2015: según reportaron los docentes y directores de las escuelas participantes de la evaluación, en cuarto grado se destina, en promedio, un 8,57% del tiempo de clase anual a la enseñanza de las Ciencias Naturales, si bien existe una gran variación entre los países en esta dimensión. Chile, único país de América Latina incluido en el análisis, se encuentra cerca del promedio de los países participantes, destinando el 8,5% del tiempo al área (sobre un total de 1094 horas de instrucción).

Si bien no se cuenta con los datos sobre los demás países de la región, sí parecieran advertirse discordancias entre lo prescripto a nivel oficial y lo que ocurre efectivamente en las escuelas (PREAL, 2002). Por ejemplo, Valverde y Näslund-Hadley (2010) señalan que distintos ministerios de educación latinoamericanos cuentan con evidencias anecdóticas de que sus estudiantes reciben menos horas de educación en Ciencias Naturales de lo estipulado. Por un lado, esto podría corresponderse a un fenómeno señalado en estudios de otros países que sugieren que con frecuencia los docentes de primaria "esquivan" la enseñanza de las Ciencias por sus dificultades en el manejo del conocimiento disciplinar, la falta de materiales y por la presión por darle más importancia a las áreas de Lengua y Matemática (Berg y Moore, 2014; Tilger, 1990). De hecho, en las observaciones de clase realizadas a 100 docentes de nivel primario de la Ciudad de México, se encontró que en general se destina menos tiempo del previsto a la enseñanza de las Ciencias (ocupándolo con frecuencia para otras actividades como la preparación de las celebraciones cívicas). Además, al entrevistar a los docentes, el 67% coincidió en que prefieren enseñar otras asignaturas, como español y matemáticas (García-Ruiz y Sánchez, 2016).

Por otra parte, algunas investigaciones incipientes en la región señalan que el tiempo de instrucción, es decir, aquel destinado efectivamente a actividades de enseñanza aprendizaje, es significativamente inferior al tiempo de clase. Así, incluso cuando los docentes se disponen a enseñar una asignatura, parte del tiempo de clase se insume en cuestiones periescolares (como los rituales de clase, trámites administrativos, resolución de conflictos de convivencia entre los alumnos, etc.). Por ejemplo, en un estudio que implicó la observación de más de 15000 clases de 3000 escuelas de siete países de la región se encontró que, en ninguno de los sistemas educativos estudiados, el tiempo de instrucción supera el 65% del tiempo de clase, 20 puntos porcentuales por debajo del parámetro de buenas prácticas del método Stallings (Bruns y Luque, 2014). Esto, en el mejor de los casos, equivale a la pérdida de un día de instrucción por semana. Más allá de esta tendencia general, también vale destacar que se encontró una gran variación entre la proporción de tiempo de instrucción al interior de cada escuela, lo que pareciera indicar la importancia del rol de los docentes en la administración del tiempo escolar.

En el caso de las Ciencias Naturales en particular, otro estudio realizado en Paraguay mostró una tendencia similar: en el 31% de las clases de Ciencias de 6to grado se registraron interrupciones no vinculadas a la enseñanza tales como la merienda, la oración o el control de asistencia (Näslund-Hadley et al., 2012). La frecuencia de dichas interrupciones fue muy superior a las registradas en otros sistemas educativos con altos niveles de logro, como los de Japón, Hong Kong y Alemania.

Figura 7: Tiempo promedio dedicado a la enseñanza en los países de América Latina y el Caribe.

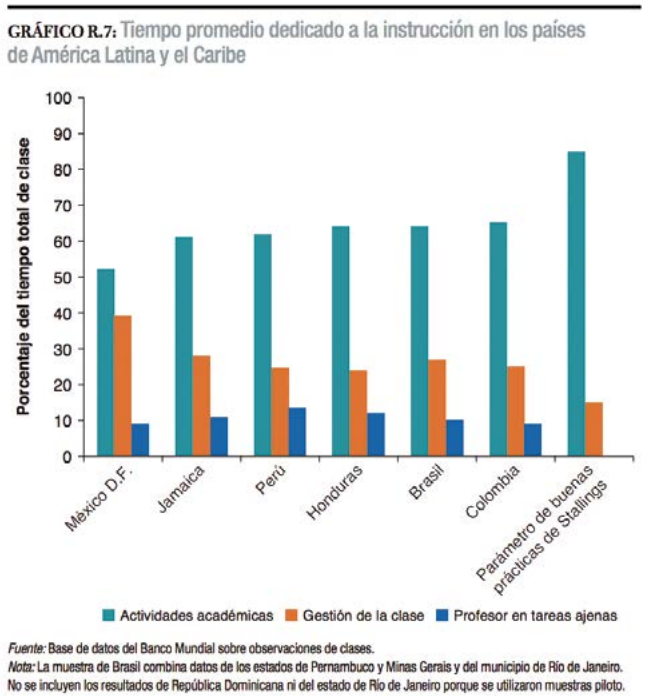


GRÁFICO R.7: Tiempo promedio dedicado a la instrucción en los países de América Latina y el Caribe
Porcentaje del tiempo total de clase
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
México D.F.
Jamaica
Perú
Honduras
Brasil
Colombia
Parámetro de buenas prácticas de Stallings
Actividades académicas
Gestión de la clase
Profesor en tareas ajenas
Fuente: Base de datos del Banco Mundial sobre observaciones de clases.
Nota: La muestra de Brasil combina datos de los estados de Pernambuco y Minas Gerais y del municipio de Río de Janeiro. No se incluyen los resultados de República Dominicana ni del estado de Río de Janeiro porque se utilizaron muestras piloto.

Fuente: Bruns y Luque (2014), p. 13. Banco Mundial. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/20488/Spanish-excellent-teachers-report.pdf?sequence=5 Disponible bajo la liciencia Creative Commons CC-BY-SA 3.0 IGO

Los estudiantes latinoamericanos reciben menos oportunidades de aprendizaje de lo esperado, lo que podría explicar los bajos niveles de desempeño alcanzados en la región .

Medir el tiempo efectivo de enseñanza cobra especial trascendencia para evaluar las oportunidades de aprendizaje que reciben los alumnos, un tema, no obstante, menos explorado (Gillies y Quijada, 2008; Tenti Fanfani, Meo y Gunturiz, 2010). En términos generales, investigaciones internacionales muestran que existe una asociación positiva entre el tiempo de clase y el logro académico de los estudiantes, también que la magnitud del efecto depende del uso que se haga del tiempo: la extensión del tiempo de clase solo tiene impacto positivo en el aprendizaje cuando una gran proporción está destinado a la enseñanza (Martinic, 2015).

Un antecedente clave sobre esta cuestión en América Latina es el ya mencionado estudio de Bruns y Luque (2014): considerando los casos de Colombia, Honduras, México y Río de Janeiro, se encontró que un mayor tiempo de instrucción correlaciona de forma positiva con el rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones nacionales de Lengua y Matemática de nivel primario.

Un estudio realizado en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, aporta evidencias sobre la relación entre el tiempo de enseñanza y el aprendizaje de los alumnos en Ciencias. A partir del análisis de los cuadernos de clase de los alumnos de 7mo grado (último año de la escuela primaria en la jurisdicción) de una muestra representativa de 19 escuelas estatales se encontró que, en promedio, se dedican 1,75 horas de clase semanales a la enseñanza de las Ciencias (lo que representa menos de la mitad del tiempo estipulado para el área por el diseño curricular). Además, se observó una correlación positiva entre el tiempo de clase dedicado a las Ciencias y el puntaje obtenido por los alumnos en una evaluación administrada en el marco de la investigación ($r=0,66$, $p<0,05$) (Furman et al., 2018).

Los resultados de los estudios citados apuntan a que los estudiantes latinoamericanos reciben menos oportunidades de aprendizaje de lo esperado, lo que podría explicar los bajos niveles de desempeño alcanzados por los países de la región descriptos en el capítulo anterior. Por otro lado, ponen en evidencia la necesidad de estudiar con mayor detalle y profundidad para qué y cómo se utiliza el tiempo de clase, particularmente en un contexto donde la definición del tiempo escolar está siendo puesta en cuestión por diferentes países de la región como estrategia para el mejoramiento de la equidad y la calidad educativa (UNESCO, 2010).

Algunos contenidos sí, otros no: un abordaje parcial y desbalanceado de los currículos

Más allá de la distinción entre el tiempo dedicado a la instrucción y a otras tareas, analizar cómo se utiliza el tiempo en las aulas implica explorar cuáles son los contenidos que se abordan en las clases de Ciencias Naturales. En particular, interesa conocer en qué medida se cumple con lo estipulado en los diseños curriculares nacionales, fuente en la que

también se basan las evaluaciones estandarizadas locales e internacionales para determinar el nivel de desempeño de los estudiantes en el área.

Los resultados de la evaluación TIMSS 2015 ponen en evidencia que la cobertura parcial de los temas de Ciencias es un problema extendido en todos los sistemas educativos del mundo. Según reportaron los docentes implicados en el estudio, en ningún caso llegaron a cubrir todos los temas previstos, alcanzando un porcentaje promedio del 65% sobre el total. En casi todos los casos, el porcentaje promedio de cobertura fue más elevado para el eje de las "Ciencias de la vida" (que incluye temas como las características de los seres vivos, el concepto de ecosistema y el cuidado de la salud) que para las "Ciencias de la Tierra" (que abarca temas como el sistema solar, el estado del tiempo y los cambios de clima y la paleontología) o las "Ciencias físicas" (que refiere a temas como la materia, la energía, la luz y la electricidad), alcanzando el 72%, 66% y 59% de cobertura respectivamente. Esta es una tendencia común en la mayoría de los países: en 27 de los 46 países sobre los que se reportaron estos datos, el eje más extensamente cubierto fue el de las "Ciencias de la vida". Tal es el caso de Chile, que mientras se encuentra entre los países con la mayor proporción de cobertura de los temas en general (76%), alcanza el 89% en el eje de "Ciencias de la vida", 80% sobre "Ciencias de la Tierra" y 62% sobre "Ciencias físicas".

Este fenómeno pareciera ser generalizado en todos los contextos socioeducativos. Por ejemplo, en un estudio de casos realizado en cinco escuelas primarias de contextos de alto nivel socioeconómico y cultural ("de élite") de la provincia de Buenos Aires, Argentina, se encontraron resultados similares a los antes descritos. A partir de los cuadernos de clase de los alumnos de 4to grado se analizaron la cantidad de horas dedicadas a las Ciencias y los contenidos curriculares propuestos durante un año lectivo y se examinó su grado de coincidencia con lo prescripto en el diseño curricular jurisdiccional. Se observó que mientras en todas las escuelas se dedica el tiempo estipulado para la enseñanza del área (algo que, como se discutió en la sección anterior, es poco frecuente), no se abarca la totalidad de los contenidos curriculares previstos (Canabal, Furman y Luzuriaga, 2018). El porcentaje de cobertura del diseño curricular alcanzó entre un 50 y un 85% del total y, al igual que lo reportado en otros estudios, el eje temático más extensamente abordado fue el de "Los seres vivos" (análogo al de las "Ciencias de la vida").

Teniendo en cuenta que en las escuelas bajo estudio se cumplió con la dedicación horaria estipulada, estos resultados parecieran indicar que la cantidad de contenidos curriculares es demasiado ambiciosa para el año escolar. La cobertura diferencial de distintos ejes (es decir, las Ciencias de la vida priorizadas sobre otros) también ponen en evidencia la necesidad de brindarle mayor apoyo a los docentes para promover la enseñanza comprensiva de las Ciencias Naturales siguiendo criterios disciplinares y didácticos que no solo respondan a sus niveles de interés o conocimiento. En particular, los docentes de las escuelas participantes manifestaron evitar temas vinculados a la Química y la Física por tener dificultades en el manejo del contenido.

"La cantidad de contenidos curriculares es demasiado ambiciosa para el año escolar"

En este marco, cobra relevancia el artículo de Atrio Cerezo y Calvo Pascual (2017), en el que se indaga cuándo y con qué profundidad se abordan los contenidos específicos sobre "la materia", temática vinculada al campo de la Físicoquímica. Para ello, se determinó si dichos contenidos presentes en los diseños curriculares de diez países de América Latina (Argentina, Colombia, Cuba, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay) y se corroboró si se enseñan en las aulas a través del análisis de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo desarrollado por la UNESCO.

Los resultados muestran que mientras "la materia" es un contenido propuesto en los diseños de todos los sistemas educativos estudiados, se aborda con distintos niveles de extensión y profundidad en distintos países: mientras en Argentina se destinó la menor proporción de tiempo a la enseñanza de estos contenidos (14,63%), en República Dominicana alcanzó el 24,45% del tiempo dedicado al área de Ciencias. Al analizar el nivel de profundidad con que se abordan los distintos temas que componen el contenido de "la Materia"[1], se encontró que, en promedio, el 32,3% de los docentes reportó haberlos enseñado de forma "Suficiente", el 27,45% con carácter "Introductorio" y solo el 7,96% en profundidad. El resto de los docentes expresó que se enseñan en años anteriores (8,24%) o posteriores (24,05%), si bien dichos contenidos formaban parte del currículo prescripto para su año.

Dado que los diseños curriculares establecen los contenidos mínimos que se espera que los alumnos aprendan en un determinado año escolar, seguir profundizando el análisis de cuáles son los contenidos que efectivamente se abordan con mayor frecuencia en las clases de Ciencias, cuáles se evitan y por qué motivos es clave para informar políticas de adecuación curricular y formación docente inicial y continua.

1 Los temas que componen el contenido de "la Materia" según el análisis curricular conducido en el marco de la misma investigación son: "Elementos y compuestos", "Átomos y moléculas", "Propiedades generales de las sustancias", "Mezclas y combinaciones" y "Cambios químicos".

¿Cómo se enseñan las ciencias? Abriendo la "caja negra" del aula

Más allá de qué se enseña, el bajo nivel de desempeño de los estudiantes latinoamericanos en las evaluaciones también despierta interrogantes sobre cómo se está enseñando las Ciencias en las escuelas de la región. Teniendo en cuenta que dichas evaluaciones están alineadas con los diseños curriculares de los países participantes (Meschengieser y Otero, 2016; UNESCO, 2013) y, como se discutió en el capítulo anterior, los objetivos de aprendizaje declarados en los currículos de países como Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay se asemejan a los de los países que obtienen mejores resultados, interesa conocer cómo dichos objetivos se implementan efectivamente en las aulas. No obstante, mientras está bien documentado que los estudiantes no alcanzan las metas de aprendizaje esperadas, existen pocas evidencias sobre los abordajes pedagógicos y estrategias didácticas que se adoptan para la enseñanza de las Ciencias, lo que algunos han llamado "la caja negra del aula" (Näslund-Hadley et al., 2012).

En un estudio previo que recopiló los resultados de diversas investigaciones sobre "la condición de la educación en Matemáticas y Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe", Valverde y Näslund-Hadley (2010) ya advirtieron que en las aulas de la región predomina la enseñanza basada en la memorización mecánica y la repetición de datos como un conjunto de conocimientos acabados, descontextualizados del proceso de su construcción. Este enfoque, que parte de una concepción que dista de la naturaleza misma del conocimiento científico, posiciona a los estudiantes como receptores pasivos de saberes dados primordialmente por los docentes o los libros de texto y obtura las oportunidades para el aprendizaje de capacidades de pensamiento crítico y creativo. Por ende, su extendido uso en las clases de Ciencias podría explicar el bajo nivel de desempeño de los alumnos latinoamericanos en la resolución de problemas que requieren poner en práctica capacidades como establecer relaciones entre fenómenos, hacer predicciones, interpretar datos, diseñar experimentos o formular conclusiones y elaborar argumentos, entre otras.

En esta línea, con el objetivo de indagar más profundamente la relación entre los procesos pedagógicos y los niveles de logro de los estudiantes, el Ministerio de Educación y Cultura del Paraguay y el Banco Interamericano de Desarrollo condujeron una investigación sobre la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Naturales en escuelas primarias de Paraguay, República Dominicana y el estado mexicano de Nuevo León. A través del análisis de videos de clase de 6to grado de una muestra aleatoria de 100 escuelas de cada país, identificaron las actividades de enseñanza propuestas por los docentes, y luego cotejaron estos resultados con el desempeño de los estudiantes en el SERCE. Los resultados obtenidos fueron similares a lo señalado por Valverde y Näslund-Hadley (2010): predominaron, en todos los casos, actividades de enseñanza basadas en la memorización de conceptos y hechos de la historia de la ciencia (Näslund-Hadley et al., 2012). Esto implica que la enseñanza está típicamente orientada a la adquisición de hechos, definiciones y algoritmos sobre contenidos básicos.

En contrapartida, se encontraron pocas actividades prácticas para la exploración de fenómenos y de discusión sobre estas. Más aún, esas actividades estuvieron casi en su totalidad a cargo de los docentes y se limitaron a la verificación de conocimientos dados.

Pareciera confirmarse, entonces, que en las escuelas de la región la enseñanza de las Ciencias Naturales tiene una fuerte impronta enciclopedista, que limita las oportunidades para "hacer ciencia" con los estudiantes y favorecer el aprendizaje de capacidades. De hecho, los autores encuentran que las características de las prácticas de enseñanza están asociadas al rendimiento promedio de los estudiantes: los alumnos de Paraguay y República Dominicana, donde se dedica mayor proporción de tiempo a la transmisión de conocimientos de baja complejidad, obtuvieron peores resultados en la prueba SERCE que sus pares en Nuevo León, México, donde este enfoque, aunque aún predominante, es un poco menos frecuente.

La relación entre el tipo de enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes también fue explorada en profundidad en el ya mencionado estudio de la Ciudad de Buenos, Argentina (Furman et al, 2018). A través del análisis de los cuadernos de clase de los alumnos se identificaron las actividades propuestas por los docentes de Ciencias, considerando las siguientes categorías seleccionadas y adaptadas del marco de Cañal de León (2000): (a) actividades de exposición de contenidos elaborados, (b) actividades de lectura y búsqueda o interpretación de información de textos, (c) actividades de búsqueda de información en diversas fuentes, (d) actividades de observación y experimentación sobre objetos y procesos naturales, en el aula o laboratorio, (e) actividades de expresión de los conocimientos iniciales de los alumnos, (f) actividades de formulación de conclusiones y (g) actividades de examen escrito. Además, se determinó a qué capacidades de pensamiento apelaron las actividades, según fueran de orden inferior o superior (Anderson & Krathwohl, 2001).

Se encontró una gran prevalencia de actividades como la exposición de contenidos elaborados por los docentes, la lectura y búsqueda o interpretación de textos y la búsqueda de información en diversas fuentes, que apelan casi exclusivamente a capacidades de pensamiento de orden inferior (como recordar y reproducir datos fácticos, con foco en la terminología específica). Considerando todas las actividades en su conjunto, los docentes dedicaron en promedio el 81% del tiempo de enseñanza a actividades que promueven capacidades de bajo orden cognitivo. Incluso, en el 35,5% de las secciones participantes del estudio se destinó el 100% del tiempo de enseñanza a actividades que promueven el pensamiento de orden inferior.

En la Figura 8 se muestra el registro de un alumno de una actividad típica de las encontradas en los cuadernos de clase del estudio

Nuevamente, no sorprende encontrar que el tipo de actividades propuestas correlaciona con el rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones de desempeño: en la investigación citada de Furman et al. (2018) de la Ciudad de Buenos Aires, las autoras encontraron que a mayor proporción de actividades que promueven capacidades de orden superior mejoran los resultados de aprendizaje ($r=0,5$, $p<0,05$).

Un resultado similar respecto del tipo de actividades realizadas en la clase de Ciencias se obtuvo en el estudio de Fernández Nistal y Tuset Bertrán (2008), quienes analizaron escuelas primarias mexicanas para evaluar la calidad y equidad de la educación en el área. A partir del análisis de observaciones de clases de 80 docentes, encontraron que el 82% de las actividades propuestas consisten en la recepción y repetición de conocimientos escolares, destacándose la lectura de textos (23%) y la exposición dialogada de contenidos (22,5%). Solo el 18% de las actividades restante estuvo destinado a "actividades procedimentales", es decir, que implican algún tipo de elaboración por parte de los estudiantes (por ejemplo, la realización de una redacción, la elaboración o descripción de dibujos y la exposición de trabajos). Es interesante señalar que, entre éstas, las actividades más estrechamente vinculadas a competencias científicas se observaron en menor proporción: 0,4% del total de actividades fueron de elaboración de preguntas, 0,4% de análisis de representaciones gráficas, 2,5% de realización de experimentos y 0,1% de debate.

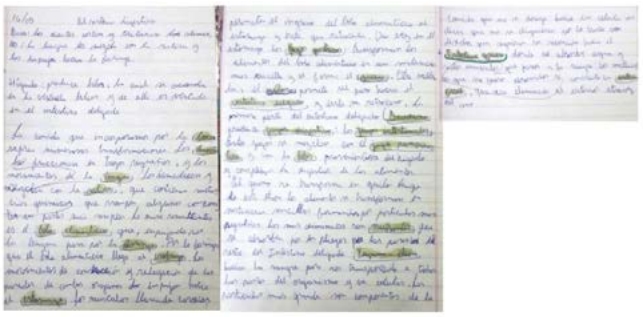
En el caso de Chile, también existen evidencias que confirman la poca relevancia atribuida al trabajo experimental durante la enseñanza de las Ciencias en las escuelas primarias. En un estudio realizado con docentes de Ciencias de 5° y 6° año, cerca del 40% de los entrevistados declaró que proponen menos de dos veces al año actividades prácticas en el laboratorio. Además, en la mayoría de los casos, estas consisten en la realización de experimentos, observaciones y demostraciones, siendo mucho menos frecuentes actividades más complejas como la resolución de problemas y la creación de modelos (Cofré et al., 2010).

Estos datos son, entonces, consecuentes con la tendencia observada en otros países de América Latina, donde prevalece el enfoque enciclopedista de la enseñanza de las Ciencias, centrado en la figura del docente y con pocas oportunidades para el aprendizaje de competencias de pensamiento científico por parte de los alumnos.

Más allá del rendimiento académico, sin embargo, cabe preguntarse por el impacto de las propuestas de enseñanza en las actitudes y motivación de los estudiantes hacia las Ciencias. En este sentido, la literatura internacional señala que mientras en general los alumnos reconocen la importancia de la ciencia en la sociedad actual, manifiestan poco interés por la ciencia escolar y la mayoría no desea perseguir carreras científicas, una tendencia que, además, se acentúa a lo largo de la escolaridad (ver, por ejemplo, Fensham, 2004; Osborne, Simon y Collins, 2010. Uno de los factores que parece influir en este fenómeno es precisamente la manera en que se enseñan las disciplinas científicas en la escuela (Pujol, 2003).

Teniendo en cuenta que, según las investigaciones discutidas en esta sección, las características que asume la enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina distan de conferirle una impronta apasionante e intrigante a la disciplina, no llama la atención que la dificultad para despertar vocaciones científicas y de carreras asociadas como la ingeniería o carreras técnicas sea una problemática también vigente en la región. En este marco, los resultados de la investigación de Hernández et al., (2011) sobre las percepciones de los alumnos del último año de la educación primaria y del inicio de la secundaria en una jurisdicción chilena muestran que las percepciones positivas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias son menos frecuentes entre los alumnos de

Figura 8: Ejemplo de actividad de exposición de contenidos elaborados.



Sistema digestivo

Boca: Los dientes cortan y trituran los alimentos, la lengua los mezcla con la saliva y los empuja hacia la faringe.

Hígado: Produce bilis, lo cual se acumula en la vesícula biliar y de allí es vertido en el intestino delgado.

*La comida que incorporamos por la **boca** sufren numerosas transformaciones. Los **dientes** los fraccionan en trozos pequeños, y los movimientos de la **lengua** los humedecen y mezclan con la **saliva**, que contienen sustancias químicas que rompen algunos componentes en partes más simples. La masa resultante es el **bolo alimenticio**, que empujado por la lengua pasa por la **faringe**. Por la faringe es que el bolo alimenticio llega al **esófago**. Los movimientos de constricción y relajación de las paredes de ambos órganos lo empujan hacia el **estómago**. Los músculos llamados cardias permiten el ingreso del bolo alimenticio al estómago y evita que retrocedan. Una vez en el estómago los **jugos gástricos** transforman los alimentos del bolo alimenticio en una sustancia más sencilla y se forma el **quimo**. Otra válvula, el **píloro**, permite su paso hacia el intestino delgado, y evita su retroceso. La primera parte del **intestino delgado (duodeno)** produce jugos digestivos: los **jugos intestinales**. Estos jugos se mezclan con el **jugo pancreático** y con la **bilis**, provenientes del **hígado** y completan la digestión de los alimentos. El quimo se transforma en **quilo** luego de esto y los alimentos se transforman en sustancias sencillas formadas por partículas más pequeñas. Los más diminutos son **nutrientes**, que se absorben por lo pliegues por las paredes del resto del intestino delgado yeyuno-ileón hacia la sangre para ser transportado a todas las partes del organismo y sus células. Las partículas más grandes son componentes de la comida que no se dirige hacia esas células es decir que no se digieren por lo tanto son deshechos que seguirán su recorrido hacia el **intestino grueso** donde se absorben agua y sales minerales que pasan a la sangre. Los materiales que no fueron absorbidos se convierten en **materia fecal**, que será eliminada al exterior a través del ano.*

Fuente: Furman et al., 2018, p.92 https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2519 Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Atribución 4.0 Internacional CC BY 4.0

menor nivel socioeconómico, hecho que en muchos casos va de la mano con escuelas que siguen una enseñanza de índole más tradicional o enciclopedista.

Como se discutirá más adelante, estos resultados dan muestra de la importancia de repensar la formación docente y acompañar a los docentes en ejercicio con la mirada puesta en enriquecer (e incluso transformar) las prácticas profesionales hacia modos de enseñanza más activos, que propongan a los estudiantes desafíos por resolver y apunten al desarrollo de capacidades de pensamiento crítico y curioso.

Los libros de texto y la palabra de los docentes como fuentes de conocimiento predominantes

En estrecha relación a la fuerte impronta enciclopedista que caracteriza a la enseñanza de las Ciencias en la región, las investigaciones dan cuenta de que las fuentes de conocimiento predominantes en las aulas son la palabra del docente y los libros de texto.

Tal como argumentan Näslund-Hadley et al. (2012), la identificación de las fuentes de contenido que emplean los docentes es un aspecto que cobra relevancia para analizar los enfoques y estrategias utilizadas en las aulas, en la medida que inciden en la organización de las lecciones, permiten caracterizar el rol de los docentes y predisponen a ciertos tipos de tareas por parte de los estudiantes. Además, brindan indicios sobre la concepción de la naturaleza de la ciencia que subyace a las prácticas docentes.

Por ejemplo, en la investigación realizada por el BID en Paraguay, se encontró que en el 64% de las lecciones analizadas la fuente de contenido fueron los docentes (Näslund-Hadley et al., 2012). Similarmente, a partir del análisis de los cuadernos de clase de los estudiantes de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, se observó que una de las actividades a las que se le dedicó mayor proporción de tiempo en las aulas (24,7%, en promedio) fue a la exposición de contenidos elaborados por el docente (Furman et al., 2018). Este tipo de actividad, característico del enfoque tradicional de enseñanza, otorga fuerte protagonismo a los docentes y relega la participación de los estudiantes a la reproducción y memorización de largas listas de definiciones de términos y descripciones de los fenómenos naturales, típicamente a través de la copia textual del pizarrón o el dictado.

La configuración de los roles de docentes y alumnos y los tipos de interacción que se promueven en las clases de Ciencias Naturales de la escuela primaria fueron el objeto de estudio de otra investigación conducida por Mares Cárdenas et al. (2004) en México. A partir del análisis de videos de 9 clases de 2°, 4° y 6° grado se encontró que las propuestas de enseñanza favorecen predominantemente que los estudiantes se comporten como lectores, escuchas y repetidores de información y que la escasez de actividades experimentales y analíticas limitaron su posibilidad de tener una relación más cercana con los fenómenos bajo estudio. Además, los autores observaron que la instrucción estuvo casi exclusivamente basada en interacciones de tipo verbal, lo que dificulta el desarrollo e integración de habilidades observacionales, instrumentales y lingüísticas.

Como se señaló en el primer capítulo, la fuerte impronta enciclopedista observada en las aulas limita las oportunidades para comprender el proceso de construcción del conocimiento científico y está asociada a una concepción de la naturaleza de la Ciencia entendida como un cuerpo de conocimientos fácticos y acabados, lejana a la realidad de los procesos de construcción del conocimiento en el área.

La predominancia de los docentes como fuente exclusiva del conocimiento también despierta señales de alarma si se tiene en cuenta que, como advirtieron Valverde y Näslund-Hadley (2010), los docentes de la región tienen importantes carencias en los conocimientos básicos de Ciencias Naturales y con frecuencia brindan información escasa o errónea a sus estudiantes. En el caso de Paraguay, donde se examinó más detenidamente esta cuestión, se encontró que en 59 de las 100 clases analizadas los docentes cometieron al menos un error. En su gran mayoría fueron equivocaciones conceptuales, pero también se encontraron evidencias de estereotipos de género y, en menor medida, errores de tipo procedimental. Además, en el 90% de los casos los errores pasaron inadvertidos y, en las ocasiones donde los estudiantes intentaron corregir la equivocación, fueron desestimados por sus docentes (Näslund-Hadley et al., 2012). Las inseguridades de los docentes al abordar los contenidos de Ciencias también fueron reportadas en el estudio de García-Ruiz y Sánchez (2006): en las observaciones de clase realizadas se identificó que con frecuencia los docentes tuvieron dificultades y se mostraron dubitativos para responder las preguntas de sus estudiantes e incluso evadieron algunas de ellas.

Otro recurso de uso ampliamente extendido en las aulas es el manual escolar o el libro de texto, que en general recopila información y actividades organizadas por temáticas. Típicamente, estos son utilizados por los docentes como fuentes en actividades de lectura y búsqueda o interpretación de textos, a través de cuestionarios de preguntas (Guerra Ramos y López Valentín, 2011). Por ejemplo, en las lecciones de Ciencias Naturales de la Ciudad de Buenos Aires se destinó el 39,6% del tiempo de clase a estas actividades (Furman et al., 2018).

Dado que la lectura y la escritura son herramientas fundamentales para el aprendizaje, la incorporación de estas actividades en las clases de Ciencias Naturales presenta una valiosa oportunidad para fortalecer las capacidades lingüísticas y comunicativas de los alumnos, una cuestión que también despierta gran interés en la región (Lerner, Aisenberg y Espinoza, 2010; OREALC/UNESCO, 2015).

La incidencia del contexto socioeconómico de las escuelas en las prácticas de enseñanza

Está robustamente documentado que uno de los factores que incide más fuertemente en el desempeño de los estudiantes es el nivel socioeconómico de sus hogares, un fenómeno particularmente acuciante en contextos de gran desigualdad como lo son los países de América Latina.

Sin desconocer la extensa literatura del campo de la sociología de la educación que explica el éxito o fracaso escolar en función de la reproducción de las condiciones estructurales de la población, es fundamental comprender la incidencia de las instituciones educativas, y particularmente de la calidad de la enseñanza, para revertir (o profundizar) las desigualdades de origen.

En este marco, resulta interesante retomar los resultados de dos investigaciones antes mencionadas. Utilizando una metodología similar, que implicó el análisis de los cuadernos de clase de los estudiantes, los estudios de Furman et al. (2018) y Canabal et al. (2018) brindan evidencias para caracterizar cómo se enseñan las Ciencias Naturales en escuelas de contextos socioeconómicos contrastantes.

Como se describió previamente, el primero implicó el análisis de las prácticas de enseñanza (incluyendo el tiempo destinado a la instrucción y las actividades didácticas propuestas por los docentes) en 19 escuelas de gestión pública a las que asisten sectores medios y populares y, el segundo, en 5 escuelas de gestión privada "de élite".

Mientras en las escuelas de gestión pública el tiempo destinado a la enseñanza de las Ciencias fue significativamente menor a lo estipulado por el diseño curricular jurisdiccional y las actividades propuestas por los docentes estuvieron, de forma predominante, orientadas a la reproducción de información fáctica, en las escuelas de élite se observó una tendencia diferente, poniendo en evidencia que dichas instituciones cuentan con ciertas condiciones favorables para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Por un lado, en todos los casos estudiados se destinó la cantidad de horas previstas para la enseñanza de las Ciencias, garantizando las oportunidades de aprendizaje previstas para el área. Dado que como se ha expuesto el tiempo de instrucción es un factor que incide en el rendimiento académico de los estudiantes, esto podría explicar los mejores resultados de aprendizaje obtenidos por los alumnos que asisten a dichas escuelas en exámenes estandarizados a nivel nacional e internacional.

Por el otro, se observó que en las escuelas de élite predominó la implementación de actividades de indagación que interpelan a capacidades de pensamiento de orden superior, como la identificación y la interpretación de datos y hechos, el análisis de evidencias, conclusiones y procesos de investigación científica.

Sin embargo, también se encontró que aún en las escuelas más privilegiadas quedan aspectos por mejorar. No solo se cubrieron de forma parcial los contenidos prescriptos por el diseño curricular, sino que, además, las actividades de indagación propuestas por los docentes corresponden a los niveles más básicos (en general, trabajos prácticos que verifican explicaciones ya dadas por el docente o los libros de texto, en lugar de investigaciones) y resultan limitadas para el aprendizaje de capacidades más complejas como el diseño experimental y la formulación de preguntas de investigación.

En el estudio citado de Fernández Nistal y Tuset Bertrán (2008) sobre las prácticas de enseñanza de las Ciencias en escuelas primarias, los autores encontraron diferencias significativas en el tipo de actividades de enseñanza propuestas por los docentes en función del nivel socioeconómico de las escuelas. Mientras la proporción de actividades de recepción y repetición propuestas en las escuelas de nivel socioeconómico muy bajo y bajo fue alcanzó el 83,85%, en las escuelas de nivel socioeconómico medio alto y alto fue un poco menor (si bien elevado también): 70,49%. Además, dado que no se encontraron diferencias significativas en función de otras variables como la edad de los maestros, los estudios realizados y los años de docencia, los resultados dan evidencia del impacto del nivel socioeconómico en las propuestas pedagógicas y por ende en las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes

Además, la interpretación y análisis crítico de información de diversas fuentes son competencias fundamentales para la alfabetización científica.

No obstante, según algunas evidencias sobre las características de las actividades de lectura y escritura que predominan en las aulas de Ciencias, parecieran advertirse dificultades para aprovecharlas en todo su potencial. Por ejemplo, al analizar en más detalle las actividades de lectura y búsqueda o interpretación de textos propuestas en las aulas de la Ciudad de Buenos Aires, se encontró que en el 84% de los casos las preguntas de los cuestionarios apelaron a la reproducción de información incluida de forma explícita en los textos y en casi en ninguna oportunidad promovieron la realización de producciones auténticas, originales y creativas por parte de los alumnos, que interpelen a capacidades como el análisis crítico y la argumentación (Furman et al., 2018).

Por un lado, esto podría estar asociado a las propias características de los libros de texto. En este sentido, a partir del análisis de 21 libros de texto para niños y niñas de 6 a 8 años de editoriales argentinas, Romagnoli y Massa (2016) observaron que mientras en general su organización en títulos y subtítulos guarda relación con los contenidos propuestos en el diseño curricular, en casi todos los casos los textos son de tipo expositivo. Esto quiere decir que las tipologías textuales predominantes son las definiciones de conceptos, seguidas por la ejemplificación y la descripción de determinados fenómenos, con reducida presencia de elementos que conduzcan a la problematización y al aprendizaje profundo de los temas. Además, también en estas fuentes se identificaron conceptos erróneos e ilustraciones confusas.

Al analizar las características de dos libros de Ciencias para 5° y 6° grados distribuido de forma gratuita en las escuelas de México, Guerra Ramos y López Valentín (2013) obtuvieron resultados similares a lo antedicho. Los autores encontraron que la transmisión de información es central en la propuesta didáctica de los libros de texto analizados, dejando de lado actividades que promueven habilidades más complejas asociadas a la alfabetización científica.

¿Qué sucede con la evaluación de los aprendizajes?

Otro aspecto de gran relevancia para caracterizar cómo se enseñan las Ciencias Naturales es analizar las prácticas de evaluación de los aprendizajes, tanto en términos de qué y cómo se evalúa, así como de las devoluciones que se les ofrecen a los estudiantes para enriquecer su proceso de aprendizaje. En palabras de Ravela (2009), las tareas de evaluación que proponen los docentes "constituyen uno de los mejores indicadores del currículo implementado: muestran qué es lo que los maestros valoran e indican a los estudiantes qué conocimientos y desempeños es importante alcanzar" (P. 56).

Sin embargo, mientras en las últimas décadas distintos países de la región latinoamericana intensificaron su interés por medir los aprendizajes de los estudiantes mediante la implementación de evaluaciones nacionales y la participación en programas externos de evaluación estandarizada, se advierte que en general se dedica poca atención a los enfoques y prácticas de evaluación utilizadas por los docentes al interior de las aulas (Ravela, 2010).

Un antecedente clave en este campo es el trabajo del equipo del Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe, que realizó una investigación empírica para indagar las concepciones y prácticas de evaluación que se implementan en las aulas de Lengua y Matemática de la escuela primaria en 8 países de la región (Uruguay, Argentina, Colombia, Perú, México, Costa Rica, El Salvador y Guatemala). A partir de entrevistas en profundidad a 160 docentes y del análisis de registros fotográficos de trabajos de evaluación se identificaron tres problemas comunes en las prácticas de evaluación: (a) la predominancia de consignas de evaluación poco auténticas y descontextualizadas, con fuerte foco en la resolución mecánica y la memorización, (b) la ausencia de devoluciones formativas que orienten el proceso de aprendizaje de los alumnos y (c) la arbitrariedad de las calificaciones (Ravela, 2009).

A pesar de no contar con estudios semejantes a gran escala sobre la evaluación en Ciencias, existen indicios de que asume características similares. En la investigación realizada en la Ciudad de Buenos Aires ya citada, por ejemplo, también se observó que en la mayor parte de las evaluaciones incluidas en los cuadernos de los estudiantes (equivalente al 80% del tiempo destinado a actividades de examen escrito) las consignas propuestas estaban centradas en la reproducción de definiciones y hechos fácticos y a la utilización de terminología específica (por ejemplo, nombrando los órganos del sistema digestivo en un diagrama dado) (Furman et al., 2018).

Este tipo de evaluaciones es consistente con el énfasis dado a la reproducción de información que se observa en las aulas. Sin embargo, dista mucho de la clase de consignas que se proponen en exámenes regionales e internacionales. Como se describió en el capítulo 2, en línea con los parámetros avalados desde los diseños curriculares y la literatura, estos últimos apelan a las capacidades de los estudiantes para utilizar y relacionar entre sí conocimientos científicos para la resolución de problemas cotidianos, analizar actividades de investigación e interpretar datos. Así, los docentes enseñan y evalúan conocimiento fáctico y muchas veces descontextualizado, en lugar de capacidades de pensamiento complejo. En este sentido, entonces, no sorprende que la resolución de este tipo de tareas les resulte desafiante a los alumnos, traduciéndose en un bajo nivel de desempeño en el área.

"Mientras en las últimas décadas distintos países de la región latinoamericana intensificaron su interés por medir los aprendizajes de los estudiantes mediante la implementación de evaluaciones nacionales y la participación en programas externos de evaluación estandarizada, se advierte que en general se dedica poca atención a los enfoques y prácticas de evaluación utilizadas por los docentes al interior de las aulas".

Por otra parte, tampoco se observa un uso de las evaluaciones para retroalimentar los aprendizajes de los alumnos. Desde el discurso pedagógico existe consenso en que la evaluación es una herramienta formativa cuya finalidad central es ayudar a los estudiantes a identificar lo que lograron y lo que aún les presenta dificultades, así como para informarle a los docentes cómo reorientar la enseñanza en pos de que se alcancen los objetivos de aprendizaje (Anijovich y Cappelletti, 2017). No obstante, Valverde y Näslund-Hadley (2010) señalaron que un aspecto crítico en las aulas de Ciencias de la región es que los docentes les dan a sus alumnos poca retroalimentación y que en muchos casos es incluso incorrecta. También en la investigación citada de la Ciudad de Buenos Aires se encontró que las devoluciones fueron casi exclusivamente de tipo valorativas (típicamente como marcas de acierto o error y calificaciones numéricas) y menos del 5% fueron devoluciones formativas, es decir, especificaron el progreso de los alumnos o brindaron orientaciones para corregir los errores (Furman et al.; 2018).

Finalmente, se advierte que el tema de la evaluación de los aprendizajes como herramienta constitutiva del proceso de enseñanza, para estructurar y orientar las prácticas pedagógicas, no se aborda en profundidad en la formación docente de muchos países de la región. En consecuencia, en general los docentes no están suficientemente formados para diseñar evaluaciones apropiadas para sus alumnos ni para utilizar los resultados de desempeño de los estudiantes para tomar decisiones sobre su práctica (Ravela, 2009). Por ejemplo, en el marco de una serie de talleres sobre evaluación realizado en 25 ciudades de Colombia, los propios docentes reconocieron tener dificultades para adecuarse a los paradigmas de evaluación vigentes, hecho que atribuyen a una formación deficitaria en este aspecto (Cijao Restrepo, 2008).

Condiciones estructurales

Conocer las condiciones estructurales y los recursos disponibles en las escuelas de la región es otro elemento importante para caracterizar de forma integral el estado de situación de la enseñanza de las Ciencias y comprender su relación con los aprendizajes de los estudiantes. En particular, además de presentar brevemente el panorama general de la infraestructura escolar, en esta sección se hará referencia a la disponibilidad de laboratorios y de recursos TIC, especialmente relevantes en el área de Ciencias.

En cuanto a la infraestructura general de las escuelas primarias de América Latina, un estudio basado en los datos del SERCE de la UNESCO expone que las condiciones son altamente deficitarias en la región y que en muchos casos no está garantizado el acceso a los servicios básicos. Por ejemplo, el 21% de las escuelas no tienen acceso al agua potable, 40% no tienen desagüe, 11% no tiene electricidad, 32% tiene insuficiencias en el número de baños y 53% no tienen línea telefónica (Duarte, Gargiulo y Moreno, 2011). Además, se encontraron diferencias significativas en el estado de la infraestructura escolar entre los países y entre las escuelas según el tipo de gestión (pública o privada), el ámbito (urbano o rural) y nivel socioeconómico de los alumnos. Los países centroamericanos (con excepción de Costa Rica), Paraguay y Ecuador presentan los mayores déficits, mientras los países del cono sur cuentan con mejores condiciones. En todas las variables mencionadas las escuelas privadas se encuentran en mejores condiciones que las públicas, así como las urbanas frente a las rurales, pero la brecha más preocupante se encuentra entre las escuelas que atienden a los quintiles más pobres y más ricos de cada país. Las condiciones de infraestructura educativa son especialmente críticas en las escuelas a las que asisten los sectores más vulnerables, lo que obtura la potencialidad de los sistemas educativos para mitigar las inequidades sociales de los hogares.

Además de poner en evidencia las desigualdades que existen al interior de los sistemas educativos y entre los distintos países, conocer estos datos es de relevancia en la medida en que la literatura internacional ha señalado que existen asociaciones positivas entre las condiciones físicas de las escuelas y el aprendizaje de los alumnos. En esta línea, el estudio de Duarte, Gargiulo y Moreno (2011) marcó un precedente en la región: teniendo en cuenta los resultados académicos de los alumnos en SERCE, se observó que el acceso a servicios básicos en las escuelas incide de forma significativa en el desempeño de los estudiantes latinoamericanos en las pruebas de Lengua y Matemática.

En su conjunto, estos resultados indican la necesidad de fortalecer las inversiones en infraestructura escolar para cerrar las grandes brechas que existen tanto en términos edilicios como de aprendizaje.

Los laboratorios de ciencias

Más allá de las condiciones de infraestructura básica, uno de los aspectos que cobra especial relevancia para la enseñanza de las Ciencias es la disponibilidad de laboratorios en las escuelas, pues se trata de espacios específicamente diseñados para llevar adelante actividades en el área.

Según los resultados de factores asociados en el marco de las evaluaciones SERCE y TIMSS, las escuelas primarias de la región también tienen carencias en este campo. En el conjunto de países de América Latina, el 88% de las escuelas no tienen laboratorios de Ciencias (Duarte, Gargiulo y Moreno, 2011). Incluso, en Brasil, El Salvador, Paraguay, Cuba, Costa Rica, Guatemala, México y Nicaragua, este porcentaje de escuelas sin laboratorios supera el 90%.

"En el conjunto de países de América Latina, el 88% de las escuelas no tienen laboratorios de ciencias"

De acuerdo a lo reportado en los resultados TIMSS (2015), esta es una situación que afecta a muchos sistemas educativos del mundo. Considerando el porcentaje promedio entre todos los países participantes de la evaluación, se observó que solo el 38% de alumnos de 4to grado tienen acceso a laboratorios en sus escuelas. Tanto en la Ciudad de Buenos Aires como en Chile este porcentaje supera ampliamente el promedio mundial, alcanzando el 66% y el 61% respectivamente.

Conocer la proporción de escuelas que cuentan con laboratorios de Ciencias es un indicador que permite ilustrar de forma aproximada la importancia que se le confiere a las actividades experimentales. Sobre todo, teniendo en cuenta que uno de los argumentos que se cita frecuentemente para explicar por qué proponen actividades en las que se exploren fenómenos empíricos con poca frecuencia es la falta de espacio y recursos acordes.

No obstante, existe un consenso entre los especialistas en que no es imprescindible contar con un laboratorio para realizar experiencias prácticas, especialmente en el nivel primario, y que es igual o incluso más efectivo trabajar con experiencias o exploraciones en el aula (o en otros espacios de la escuela o al aire libre) que en el laboratorio mismo. De hecho, en un estudio experimental que comparó la implementación de dos modelos de instrucción por indagación en provincias argentinas reveló que los estudiantes que utilizaron recursos sencillos y cotidianos para realizar experiencias en sus aulas alcanzaron los mismos resultados de aprendizaje que aquellos con acceso a materiales y equipos científicos más sofisticados (Valverde y Näslund-Hadley, 2009).

Por otra parte, la disponibilidad de laboratorios no necesariamente indica un buen uso de esos espacios para el aprendizaje. En este sentido, existen abundantes indicios de que las actividades de indagación escolar, incluso cuando se realizan en laboratorios, en general están limitadas a la comprobación o verificación de fenómenos ya enseñados de manera teórica, o son utilizadas como demostraciones a cargo de los docentes (Canabal et al., 2018; Furman et al., 2018; Vílchez López y Escobar Benítez, 2014).

Esto sugiere que, si bien es necesario mejorar la infraestructura escolar y proveer de más y mejores laboratorios, el foco de la mejora en la enseñanza del área debe ir más allá de la posibilidad de contar con dichos recursos.

Acceso a tecnologías de la información y la comunicación

El acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es otro aspecto que despierta gran interés en el campo de la educación en general y que adquiere especial relevancia para la enseñanza de las Ciencias, en tanto hay numerosos recursos para potenciar el estudio de la naturaleza, realizar mediciones y análisis de datos y visualizar fenómenos a escalas muy pequeñas o muy grandes en formatos como videos o simulaciones, entre otros.

En términos del acceso a recursos tecnológicos como computadoras, de acuerdo a los resultados de factores asociados del SERCE, el 65% de las escuelas de la región no cuentan con salas de computación (Duarte, Gargiulo y Moreno, 2011). Pero, más allá de la existencia de aulas destinadas específicamente al trabajo con computadoras, cabe señalar que en muchos países como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela se implementaron en los últimos años programas de distribución de computadoras siguiendo el modelo "uno a uno". Esto pone en evidencia que existen importantes esfuerzos en la región para extender el acceso a la tecnología e impulsar su uso en las escuelas.

No obstante, al igual que en el caso de los laboratorios, interesa conocer cuáles son los usos que efectivamente se les otorgan a los recursos tecnológicos en las aulas. A este respecto, se advierte que el diseño, implementación y evaluación de los programas de distribución de

computadoras adoptaron distintas formas en los países de la región, y que las investigaciones de análisis de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje son aún incipientes y aisladas (Severin y Capota, 2011). En particular, mientras en algunos casos como el de la provincia de San Luis, Argentina, se encontraron mejoras notables en el desempeño de los alumnos que utilizaron dispositivos digitales en Ciencias (Ídem.), otros estudios señalan que aún persisten desafíos en relación a la apropiación de los recursos TIC como herramientas educativas a nivel institucional; por ejemplo, tal es la situación en Uruguay (Vaillant, 2013).

En Perú, por su parte, el BID y el Ministerio de Educación Nacional condujeron una investigación para evaluar el impacto del modelo 1 a 1 de provisión de computadoras en escuelas rurales en zonas de bajo nivel socioeconómico. Los resultados dieron cuenta del impacto positivo del programa en las percepciones de docentes, alumnos y padres, particularmente respecto del entusiasmo y expectativas sobre las escuelas. Pero también se encontró un aprovechamiento deficiente de las computadoras en el aula, hecho que se atribuye a la necesidad de apoyo técnico y pedagógico por parte de los docentes (Santiago et al., 2010).

"En muchos países (...) se implementaron en los últimos años programas de distribución de computadoras siguiendo el modelo 'uno a uno'."

Estos estudios indican, en su conjunto, que resulta importante continuar extendiendo el acceso de los alumnos a los recursos digitales, por un lado, pero al mismo tiempo apuntalar el buen uso didáctico de dichos recursos a través de iniciativas de formación docente u otras estrategias complementarias como la provisión de materiales de calidad para la enseñanza, como se analizará en el próximo capítulo.

En síntesis

A modo de resumen de este capítulo, el análisis de lo que sucede habitualmente en las aulas de Ciencias de América Latina brinda información clave para comprender el estado de situación y promover la implementación de políticas e iniciativas informadas para fortalecer la enseñanza de la asignatura en la región.

En primer lugar, los estudios revelan que el tiempo de clase destinado a la enseñanza de las Ciencias es significativamente menor a lo esperado y que esto impacta de forma negativa en las oportunidades de aprendizaje que reciben los alumnos.

Además, se encontró una cobertura parcial de los contenidos propuestos en los diseños curriculares. Mientras que esto puede ser consecuencia de la discordancia entre la gran extensión que caracteriza a los diseños curriculares de los países de la región (como se expuso en el Capítulo 1) y a la reducción del tiempo de clase dedicado a la asignatura, la selección de los contenidos que se abordan con mayor frecuencia está asociada a las dificultades que encuentran los docentes en el manejo del contenido de ciertas áreas y en su visión sobre el aprendizaje como adquisición de conceptos acabados. En particular, se encontró una marcada tendencia a dejar de lado la enseñanza de contenidos vinculados a la química y la física, privilegiando aquellos que refieren al campo de la biología (por ejemplo, los "seres vivos" y "el cuidado de la salud").

En tercer lugar, se señala la fuerte impronta enciclopedista que asume la enseñanza de las Ciencias en las aulas de la región. Tanto las estrategias de enseñanza como la evaluación de los aprendizajes promueven predominantemente la reproducción de conocimientos fácticos y definiciones de conceptos. Por el contrario, se proponen pocas actividades que involucren a los estudiantes en experiencias prácticas y de resolución de problemas, hecho que impacta de forma negativa en los aprendizajes y limita las oportunidades para el desarrollo de capacidades científicas.

En cuanto a la infraestructura escolar, se indica que subsisten en la región algunas necesidades básicas (incluyendo laboratorios y otros recursos) especialmente en las escuelas de contextos más desfavorecidos y que estas inciden en el nivel de desempeño de los estudiantes. Por otro lado, si bien existen importantes avances en la dotación de recursos, como por ejemplo los programas de distribución de computadoras, se señala la necesidad de apoyar a los docentes en su uso didáctico.

Finalmente, en línea con lo que se observó respecto de las desigualdades en los aprendizajes, las condiciones de la enseñanza de las Ciencias son aún más críticas en los contextos más vulnerables.

Foto: Getty/ Rawpixel

Capítulo 4

Algunas iniciativas para fortalecer el trabajo en el aula: la clave de la cuestión

Capítulo 4

Algunas iniciativas para fortalecer el trabajo en el aula: la clave de la cuestión

Los resultados descritos en el capítulo anterior contribuyen a explicar el bajo nivel de desempeño de los estudiantes de la región en Ciencias, poniendo en evidencia las discordancias entre las expectativas de logro y las condiciones de enseñanza que se proponen para alcanzarlas.

Como se mencionó, las investigaciones dan cuenta de prácticas enseñanzas de índole enciclopedista, que apuntan mayormente a la transmisión de contenido fáctico, en detrimento de la comprensión profunda y el desarrollo de capacidades de pensamiento. Esto nuevamente despierta interrogantes respecto de los factores que inciden en las dificultades para incorporar en las aulas los principios de enseñanza-aprendizaje que se promueven desde la literatura y los diseños curriculares y abre la pregunta acerca de cómo resolver dichas dificultades a nivel sistémico.

Una de las respuestas sobre las que existe extendido consenso refiere a la necesidad de fortalecer la formación inicial y continua de los docentes de la escuela primaria en el área de Ciencias y de ofrecerles herramientas que apoyen su práctica cotidiana. Por ende, en la primera sección de este capítulo se ahondará en cuáles son las principales dificultades que, según diversos estudios, encuentran los docentes de la región para enseñar la asignatura e implementar actividades que presenten oportunidades para "hacer ciencia escolar" con los estudiantes y que favorezcan el aprendizaje de capacidades.

En la segunda sección se presentarán algunas iniciativas que se adoptaron en la región para fortalecer el trabajo en el aula y resultaron exitosas. En términos de la investigadora Marilyn Cochran-Smith (2004), dichas iniciativas brindan "pruebas de lo posible" y su análisis puede inspirar programas y políticas educativas que contribuyan a promover la alfabetización científica de todos los estudiantes de la región.

Los docentes como actores fundamentales para el cambio

Que los docentes son actores fundamentales para promover el aprendizaje de los estudiantes y favorecer la transformación educativa es una premisa ampliamente aceptada (Aguerrondo, 2004; Fullan, 2002; Vaillant, 2005). De hecho, uno de los cinco focos de acción estratégicos que se acordaron en el marco del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PRELAC) en 2003 refiere al protagonismo de los docentes como agentes de cambio para transformar los sistemas educativos de la región.

Desde ya, esto no implica desconocer la incidencia de otros factores (como las condiciones materiales y la estructura social de los países) en la configuración de los sistemas educativos latinoamericanos, que, como advierte Vezub (2007), puede conducir a una mirada simplificadora de la realidad educativa y a la "hiper-responsabilización" de los docentes. Aun así, dado que existen evidencias contundentes sobre el impacto de la calidad docente en el aprendizaje de los estudiantes (Hanushek & Rivkin, 2010; Rivkin et al., 2005; Nye et al., 2004; Sanders y Rivers, 1996), comprender cuáles son las dificultades que los maestros enfrentan para la enseñanza de las Ciencias es un aspecto clave para caracterizar la condición de la educación científica en las aulas de la región, de cara a su fortalecimiento.

Más específicamente, los resultados de las investigaciones que se describieron en el capítulo anterior sobre las características que asumen habitualmente las clases de Ciencias, hablan de la necesidad de brindarles a los docentes mayor formación y apoyo en al menos dos sentidos.

Por un lado, la identificación de dificultades vinculadas al manejo de contenidos disciplinares y a la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico indican la necesidad de ofrecer una formación disciplinar más profunda. Como se señaló previamente, en algunas investigaciones se observó que los docentes incurren en errores conceptuales y brindan información escasa a sus estudiantes durante las clases de Ciencias (Näslund-Hadley et al., 2012; Valverde y Näslund-Hadley, 2010). Además, los propios docentes asocian la falta de tiempo dedicado a la enseñanza de las Ciencias y la cobertura desigual de los contenidos curriculares (en perjuicio de aquellos vinculados a la química y la física) con sus dificultades en el dominio de los contenidos (Canabal, Furman y Luzuriaga, 2018). En esta misma línea, en un estudio realizado en dos provincias de Argentina se encontró

que menos del 40% de los docentes de cuarto grado pudo nombrar tres conceptos que sus estudiantes deberían aprender en Ciencias en el año escolar y menos del 3% fue capaz de explicarlos correctamente (Näslund-Hadley, Ibarrarán y Cabrol, 2009). Esto se condice con el bajo nivel de confianza de los docentes hacia el conocimiento científico: el 60% declaró no tener los conocimientos necesarios para enseñar la asignatura y más del 62% dijo no sentirse preparado para realizar experimentos en las salas de clase.

Por otro lado, cabe atender a la dimensión pedagógico-didáctica, tanto general como específica, para apoyar a los docentes en la implementación de estrategias didácticas que promuevan la participación activa de los estudiantes y el aprendizaje de capacidades de pensamiento más complejas, algo que, como se señaló, es poco habitual en las aulas de la región (Fernández Nistal y Tuset Bertran, 2008; Furman et al., 2018; Näslund-Hadley et al., 2012; Valverde y Näslund-Hadley, 2010).

Ambas cuestiones, tanto los problemas en el dominio de los contenidos como para la adopción de estrategias didácticas activas vinculadas a los procesos de la ciencia, interpelan a la importancia de transformar las concepciones docentes respecto de la enseñanza y el aprendizaje en general y de la naturaleza de las ciencias en particular.

Trabajar con las concepciones docentes

La cuestión de las concepciones docentes ha llamado la atención de numerosos investigadores en tanto encuentran, en sus creencias y representaciones más profundamente arraigadas sobre la enseñanza y el aprendizaje, una explicación a las aparentes dificultades (o "resistencias", en palabras de Fernández Nistal et al. (2009)) para sustituir las prácticas educativas tradicionales e incluir formas de enseñar acordes a las reformas educativas y curriculares que se impulsaron en diversos países (Pozo et al., 2006).

Por ejemplo, Fernández Nistal et al. (2009) realizó un estudio con 80 maestros de la escuela primaria en México destinado a identificar sus concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje y a examinar las relaciones entre dichas concepciones y sus prácticas docentes en las clases de Ciencias. Encontraron que muchos de los maestros conservan una concepción tradicional de la enseñanza y el aprendizaje, centrada en el rol docente y la transmisión de conocimientos escolares y que incluso una gran proporción presentó dificultades para dar cuenta del modelo de enseñanza que utilizan en sus clases o explicitar cómo creen que aprenden los alumnos. Además, en línea con lo señalado en otros estudios (ver, por ejemplo, Fernández et al., 2001; King, Shumow y Lietz, 2001), en los casos en los que se percibieron concepciones de enseñanza-aprendizaje constructivistas, se encontraron incongruencias entre el discurso y lo observado en las prácticas en el aula, donde igualmente predominó el enfoque tradicional. Por ende, los resultados indican que aun cuando los docentes adquieren nuevas ideas sobre las teorías de la enseñanza-aprendizaje más extensamente aceptadas en la actualidad, sus concepciones implícitas acerca de lo que implica enseñar y aprender, asociadas al enfoque de enseñanza tradicional, inciden fuertemente sobre sus prácticas pedagógicas y el tipo de actividades didácticas que proponen habitualmente.

También existen diversas evidencias acerca de las concepciones de los docentes sobre la naturaleza de las ciencias, es decir, de sus ideas, teorías y representaciones acerca de la epistemología de la ciencia como disciplina profesional y del quehacer de los científicos. En general, estas coinciden en que de forma predominante el conocimiento científico se entiende como un cuerpo de hechos, datos fácticos y conceptos acabados que provienen de la aplicación de un método también predeterminado y por tanto es ahistórico, neutral y objetivo (Pujalte et al., 2014). Por ejemplo, en la ya citada investigación que realizaron Näslund-Hadley, Ibarrrarán y Cabrol (2009) con docentes de escuelas primarias en Argentina, se encontró que el 58% de ellos tiene una visión "anticuada" de la naturaleza de las ciencias, en tanto la consideran un sistema de verdades absolutas, y que el 75% tiene una concepción estereotipada del método y pensamiento científico.

Las investigaciones señalan que mientras los alumnos en nivel inicial poseen representaciones más ricas y variadas acerca de la ciencia, a lo largo de su escolaridad en la escuela primaria y secundaria terminan adquiriendo las mismas imágenes inadecuadas que sus docentes.

A este respecto, como argumentan Pujalte, Adúriz-Bravo y Porro (2014), esta visión sobre la naturaleza de las ciencias como transmisión de verdades acabadas que predomina entre los docentes constituye un obstáculo para una enseñanza que ponga el foco en el proceso dinámico de construcción del conocimiento y su relación con el entorno, claves para promover la alfabetización científica.

La visión estereotipada sobre la naturaleza de la ciencia de los docentes parece provenir de su propia experiencia escolar. Las investigaciones señalan que mientras los alumnos en nivel inicial poseen representaciones más ricas y variadas acerca de la ciencia, a lo largo de su escolaridad en la escuela primaria y secundaria terminan adquiriendo las mismas imágenes inadecuadas que sus docentes (Pujalte et al., 2011). Así, una de las razones por las que los docentes generalmente tienen dichas concepciones es por su propia experiencia escolar y de formación en los profesorados, pareciera constituirse un círculo vicioso que lleva a la reproducción de visiones distorsionadas de la ciencia y su enseñanza.

En este marco, resulta particularmente interesante la investigación de García-Ruiz y Sánchez (2006) con 100 docentes del nivel primario de la Ciudad de México, cuyos objetivos fueron indagar las percepciones de los docentes sobre el conocimiento científico y su enseñanza, explorar el origen de dichas creencias y analizar su relación con las prácticas de enseñanza. Los autores encontraron marcadas discordancias entre las concepciones sobre la ciencia como disciplina profesional y la enseñanza de las Ciencias como asignatura escolar y entre sus concepciones y la práctica en las aulas. Además, según el análisis realizado, inciden en estas tensiones el nivel de conocimiento y el interés de los docentes por las Ciencias, que en ambos casos están asociados a sus trayectorias escolares y de formación docente.

Los resultados del estudio muestran que el 77% de los docentes del estudio concibe a la enseñanza de las Ciencias como un tipo de instrucción orientado a la adquisición de conocimientos estáticos y a la comprobación de leyes dadas. Además, si bien el 73% expresó reconocer la importancia de la formación científica, el 67% coincidió en que prefieren enseñar otras asignaturas, como español y Matemáticas. Al indagar los motivos que atribuyen a esto último, todos manifestaron que es la materia que dominan menos, pues, según argumentaron, los contenidos "requieren lecturas constantes" y prácticamente no fueron abordados durante su formación. Además, señalaron que incluso en sus trayectorias escolares recibieron pocos conocimientos para entender varios fenómenos y que en general los aprendieron leyendo, repitiendo y memorizando conceptos. De hecho, el 65% no recuerdan sus clases de Ciencias, el 20% dijo haber vivido experiencias desagradables con la asignatura y solo el 15% restante las calificó como "agradables".

Los autores analizaron la relación entre las experiencias de los docentes en sus trayectorias educativas (tanto en su etapa escolar como de formación profesional), sus concepciones y actitudes hacia las ciencias y su enseñanza, y las características de sus prácticas en las aulas. Así, por ejemplo, pareciera que una enseñanza basada en la memorización y el dictado atenta contra el interés de los estudiantes hacia la disciplina y su comprensión de los saberes y procesos científicos, hecho que repercute en las prácticas de enseñanza de las siguientes generaciones de docentes que se formaron bajo este enfoque. En este sentido, podría explicarse, al menos en parte, las características generales de la enseñanza del área en relación al tiempo de clase destinado, el nivel de precisión en el abordaje de los contenidos y las estrategias didácticas empleadas que se describieron en el capítulo 3. Conocer estos factores es fundamental para generar iniciativas informadas que se propongan transformar la enseñanza de las Ciencias desde sus aspectos más fuertemente arraigados. Precisamente, en la siguiente sección del capítulo se examinará esta cuestión.

¿Qué se sabe que funciona (y qué no)?

A lo largo del documento, se identificaron algunos aspectos que despiertan señales de preocupación respecto del estado de situación del aprendizaje de las Ciencias en las escuelas primarias de América Latina, así como otros que presentan un panorama de oportunidad para su fortalecimiento. Teniendo en cuenta los objetivos y las consideraciones sobre la enseñanza de las Ciencias que se proponen desde los diseños curriculares y la literatura académica y las principales dificultades que se les presentan a los docentes para llevarla adelante en sus aulas, a continuación, se hará referencia a algunas iniciativas estratégicas que se presentan como promisorias para cerrar la brecha entre los grandes propósitos de la alfabetización científica y la realidad de las aulas. En particular, se presentarán acciones vinculadas a la formación docente inicial y continua y a la provisión de materiales para apoyar la enseñanza, incluyendo algunas iniciativas inspiradoras que se llevaron adelante en distintos países de la región.

Formación docente inicial

Ante los resultados de aprendizaje de los estudiantes latinoamericanos y otras evidencias respecto del nivel de preparación de los docentes, hace ya varios años que existe una preocupación por la condición de la formación docente inicial en la región. Se trata de una cuestión compleja, que merece un análisis exhaustivo y profundo, sobre la que existen otros antecedentes de estudio (ver, por ejemplo, Flores Arévalo, 2004; OREALC/UNESCO, 2002, 2005, 2012; Vaillant, 2013). Aquí se hará mención solamente a algunos aspectos clave, estrechamente relacionados con los resultados a los que se hizo mención a lo largo del documento sobre la enseñanza de las Ciencias en el nivel primario.

En primer lugar, cabe destacar que varios países de América Latina se han embarcado recientemente en procesos de reforma de los sistemas de formación docente inicial, que incluyeron iniciativas de reconversión y acreditación de las instituciones a cargo, de reestructuración de los trayectos formativos y de revisión de los programas curriculares (Vezub, 2007). Se trata de políticas necesarias en la medida en que se considera que la proliferación, dispersión y heterogeneidad

de las instituciones destinadas a la formación docente que caracterizan a los sistemas de la región atenta contra la calidad de la formación inicial (Vaillant, 2013).

"Varios países de América Latina se han embarcado recientemente en procesos de reforma de los sistemas de formación docente inicial"

Por ejemplo, en Argentina, en el marco de una reforma comprensiva del sistema educativo (que entre otras cosas dispuso la extensión de la obligatoriedad escolar y la revisión de los diseños curriculares para todos los niveles a través de la sanción de una nueva Ley Nacional de Educación), en 2007 se creó el Instituto Nacional de Formación Docente (Ley de Educación Nacional, 2006). La función de dicho organismo, dependiente del Ministerio Nacional de Educación, es promover políticas y lineamientos comunes a todo el territorio para la formación inicial y continua, así como apoyar el mejoramiento curricular, en lo que inicialmente se denominó el Plan Nacional de Formación Docente 2007-2010 (Consejo Federal de Educación de Argentina, 2007a). Este dispuso fortalecer la cohesión, identidad y ordenamiento de la oferta de formación inicial. Entre otros aspectos, se determinó unificar la duración de los trayectos formativos (equivalente a un mínimo 2600 horas reloj en 4 años) y reestructurar los planes de estudios en función de tres campos de conocimiento clave: la formación general, destinada a la formación humanística y de marcos conceptuales generales vinculados a la cultura, la enseñanza y el aprendizaje; la formación específica, dirigida al estudio de las disciplinas concretas para la enseñanza en la especialidad en que se forma y sus didácticas particulares y, por último, la formación en la práctica profesional, orientada al aprendizaje de capacidades específicas para la práctica docente en contextos de aula (Consejo Federal de Educación de Argentina, 2007b).

Por su parte, en Ecuador también se impulsó una política para elevar la calidad de la formación docente y estandarizar su oferta a nivel nacional. A partir de 2008, con la aprobación de la nueva Constitución de la República, que incluyó disposiciones importantes para el nivel superior de educación, se sancionaron una serie de legislaciones vinculadas a su organización y funcionamiento (Fabara Garzón, 2016). Además, se formuló el Mandato Constitucional N°14 para evaluar a todas las instituciones de educación superior, lo que finalmente condujo al cierre, en 2012, de 14 institutos de formación calificados como de baja calidad (Vaillant, 2016). En contrapartida, también se creó la Universidad Nacional de Educación, una institución de alto nivel dependiente del Ministerio, que además actúa como nexo entre diversas instituciones de formación docente.

Otra estrategia para elevar la calidad docente implementada, por ejemplo, en el caso de Chile, implica favorecer el ingreso de jóvenes "talentosos" en la carrera docente. En particular, el Ministerio de Educación nacional impulsó la creación de la "Beca Vocación de Profesor", que otorga financiamiento a los estudiantes interesados en carreras asociadas a la pedagogía y la educación que hayan adquirido puntajes elevados en la Prueba de Selección Universitaria[1] (PSU) (Ministerio de Educación de Chile, 2018).

No obstante, a pesar de la implementación de estas y otras iniciativas y políticas afines impulsadas en la región, aún subsisten serios problemas en la formación docente inicial en América Latina. En términos generales, se señala que la calidad de los programas de formación docente inicial es baja, pues no logra transmitir suficiente dominio de los contenidos disciplinares ni pedagógicos (UNESCO, 2012), un hecho que coincide con las propias percepciones de los docentes en los estudios previamente citados. Por otro lado, se identifican otros problemas como la falta de articulación entre la etapa de formación y los demás niveles escolares, así como respecto de lo que se propone desde el ámbito de la política educativa (UNESCO, 2012).

Por tanto, pareciera que las reformas propuestas desde las dimensiones institucional y curricular, no bastaron para transformar lo que sucede en los trayectos de formación inicial. Uno de los principales desafíos que se encuentran tiene que ver con la desvinculación entre la formación teórica (tanto pedagógica como disciplinar) y la práctica. Según diversos estudios, la fragmentación del contenido de los programas y la falta de énfasis en estrategias de enseñanza concretas para las áreas disciplinares es un fenómeno extendido en toda la formación docente en varios países de la región, como Uruguay (Aguerrondo y Vezub, 2003), Venezuela (Olmos de Montañez, 2009), Brasil (Gatti y Sá Barreto, 2009), Colombia (Calvo, Rendón y Rojas, 2004) y Chile (Ávalos y Matus, 2010). Al mismo tiempo, esto está asociado a los modelos y enfoques tradicionales que se adoptan predominantemente en los profesorados (Vezub, 2007).

En línea con esta tendencia general, se señala que los contenidos vinculados a la enseñanza de las Ciencias en particular habitualmente se presentan de forma expositiva en la formación inicial, lo que contribuye a la construcción de visiones reducidas y superficiales del conocimiento disciplinar y su didáctica (López Rolandi, 2017). Además, en algunos casos como el de Argentina, se encontró que muchos de

1 La Prueba de Selección Universitaria (PSU) consiste en una serie de evaluaciones estandarizadas elaboradas por el Departamento de Evaluación, medición y Registro Educacional de la Universidad de Chile, cuyo propósito es la selección de postulantes para la continuación de estudios universitarios.

los institutos de profesorado no cuentan con laboratorios o su uso es muy reducido, lo que también habla de la falta de oportunidades para involucrar a los futuros docentes en actividades de experimentación e indagación (Aguerrondo y Vezub, 2011). Por ende, existen algunas evidencias que indican que las condiciones de la enseñanza de las Ciencias en las escuelas primarias coinciden con cómo se están formando los docentes, un campo que igualmente merece ser estudiado en mayor profundidad y extensión, sobre todo teniendo en cuenta los procesos de reforma que se llevaron adelante en los últimos años.

En línea con estas tendencias generales, los cursos vinculados específicamente a la enseñanza de las Ciencias en los programas de formación docente para la educación primaria también presentan aspectos problemáticos. Por ejemplo, en el caso de Chile, aun siendo uno de los países de la región más avanzados en términos de la definición de objetivos, contenidos y mapas de progreso para la adquisición de competencias científicas en la educación primaria; son escasos los planes de estudio de formación docente de nivel primario que incluyen cursos sobre la enseñanza de las Ciencias (Vergara y Cofré, 2008). En particular, se encontró que menos del 10% de los programas de estudio están dedicados a las disciplinas científicas y a la didáctica de las ciencias y que hasta 2010 solo existían en el país 4 programas de formación docente con especialización en la enseñanza de las ciencias (Cofré et al., 2010).

Por otro lado, se señala que los contenidos vinculados a la enseñanza, de las Ciencias en particular, habitualmente se presentan de forma expositiva en la formación inicial, lo que contribuye a la construcción de visiones reducidas y superficiales del conocimiento disciplinar y su didáctica (López Rolandi, 2017). Además, en algunos casos como el de Argentina, se encontró que muchos de los institutos de profesorado no cuentan con laboratorios o su uso es muy reducido, lo que también habla de la falta de oportunidades para involucrar a los futuros docentes en actividades de experimentación e indagación (Aguerrondo y Vezub, 2011).

Por ende, existen algunas evidencias que indican que las condiciones de la enseñanza de las Ciencias en las escuelas primarias coinciden con cómo se están formando los docentes, un campo que igualmente merece ser estudiado en mayor profundidad y extensión. En particular, pareciera necesario incluir actividades de indagación científica en los

Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar

En el contexto antes descripto, cobran relevancia iniciativas orientadas a la incorporación, en los trayectos de formación inicial, de estrategias de enseñanza que promuevan el aprendizaje profundo de los contenidos disciplinares que impliquen poner en juego habilidades de pensamiento científico e incluyan la reflexión acerca de cómo implementar actividades afines en contextos de clase reales.

Un caso de estudio interesante en este sentido es el conducido por el grupo de extensión universitaria "Laboratorios con ciencia" de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina (Godoy, Segarra y Di Mauro, 2014). Teniendo en cuenta lo dispuesto en el Diseño Curricular para la Educación Superior (2008), donde se destaca que los conceptos científicos se aprenden a través de determinados procesos aplicados a la resolución de preguntas problema, se organizó un curso denominado Trayecto de Formación Opcional (TFO) para alumnos del Profesorado de Educación Primaria basado en la enseñanza por indagación, para promover la comprensión del modelo didáctico y revalorizar las actividades experimentales como estrategias para favorecer el aprendizaje de contenidos conceptuales y capacidades de pensamiento científico. Durante dicho curso, los alumnos del profesorado pudieron implicarse en diversas actividades de indagación enmarcadas en situaciones problemáticas, contextualizadas, sencillas y guiadas, que requerían poner en práctica diferentes habilidades de pensamiento. Además, se propusieron instancias de reflexión sobre la forma de enseñanza y sus propios aprendizajes.

Al finalizar el curso y para evaluar el impacto del mismo, se realizaron pruebas pre- y post-test, orientadas a indagar las valoraciones y dificultades percibidas por los docentes en formación respecto del uso de las actividades experimentales. Los resultados muestran que los estudiantes del curso lograron comprender las ideas básicas de la enseñanza por indagación, modificaron sus concepciones sobre las actividades experimentales y fueron capaces de organizar indagaciones guiadas propias. Por tanto, se trata de una iniciativa que muestra el potencial de propuestas de formación inicial donde se aborde y ponga en práctica la enseñanza por indagación para lograr cambios en la forma en que los docentes de primaria planifican e imparten las clases de Ciencias hacia modelos coherentes con los lineamientos curriculares actuales.s

programas del profesorado de nivel primario y estudiar en qué medida esto favorece su implementación en las aulas durante la práctica profesional de los docentes así formados, como indican otros estudios internacionales (Windschitl, 2003).

Desarrollo profesional docente

Más allá de la formación inicial, el desarrollo profesional de los docentes en ejercicio, que incluye programas de formación docente continua y de elaboración y distribución de materiales de apoyo para la enseñanza, es considerado un aspecto clave para mejorar la calidad de los sistemas educativos. Bajo el supuesto de que constituyen iniciativas eficaces para alinear los conocimientos y competencias de los docentes con las prioridades nacionales y las innovaciones del saber disciplinar y pedagógico, los programas de formación continua se implementan de forma frecuente en la mayoría de los países a nivel global.

Sin embargo, en la literatura que tiene como objeto de estudio el desarrollo profesional docente, se apuntan algunas consideraciones e interrogantes a tener en cuenta para lograr dichos propósitos.

En primer lugar, se señala que las iniciativas de capacitación docente continua pueden ser muy variadas y que, mientras hay acuerdos respecto de su importancia, existe mayor discusión en términos de las características que deben asumir para ser efectivas. En particular, se pueden distinguir distintos tipos de programas de acuerdo a los supuestos sobre los que se sustentan, su fundamentación y sus modalidades. Por ejemplo, Ávalos (2007) describe dos grandes categorías de propuestas según cómo sea concebido el rol de los docentes y su relación con el saber: por un lado, señala que existen estrategias diseñadas desde una perspectiva "remedial" o de "déficit", que típicamente adquieren la forma de capacitaciones donde se ubica a los docentes como receptores de conocimientos. En contraposición, en otras iniciativas (como los talleres reflexivos, por ejemplo) se considera que son los propios docentes quienes tienen el protagonismo en la construcción de nuevos conocimientos y prácticas. En términos de las finalidades de los programas, se pueden distinguir entre acciones orientadas a la actualización o fortalecimiento de los conocimientos curriculares, al mejoramiento de las prácticas de enseñanza o de gestión de clase y otras cuyo objetivo fundamental es informar a los docentes sobre la implementación de cambios o reformas educativas. Además, en función de estos principios y de otros factores como la disponibilidad de recursos, la escala de implementación, etc.; existe gran variabilidad en las modalidades de las propuestas (cursos, talleres, diplomados, postítulos, asesorías, comunidades de aprendizaje, etc.), en la frecuencia y forma en que se imparten (presencial, a distancia o virtual) (Cisternas, 2011). El resultado de esto es un panorama heterogéneo en la oferta de iniciativas de formación docente continua.

En segundo término, se advierte que muchos programas de desarrollo profesional docente carecen de revisiones sistemáticas y de evaluación de su impacto en las prácticas de enseñanza. Dado el contexto de proliferación de propuestas diversas antes descripto, varios autores resaltan la importancia de profundizar la investigación centrada en las experiencias en curso para consolidar un cuerpo de conocimiento que informe y oriente la adopción de políticas y prácticas efectivas (Borko, Whitcomb y Kathryn, 2008; Cochran-Smith, 2002). Esta es una necesidad particularmente acentuada en América Latina; mientras en otros países existen algunas evidencias sobre el efecto de diferentes modalidades de formación continua en la enseñanza y en el aprendizaje de los estudiantes (ver, por ejemplo, el meta-análisis realizado por Yoon et al., 2007), es un campo menos explorado en la región (Cisternas, 2011; Ruiz Cuéllar, 2012).

Por último, existen ciertos cuestionamientos respecto del nivel de impacto real del desarrollo profesional docente para favorecer la transformación y el mejoramiento de las prácticas de enseñanza. Algunos estudios incipientes sobre la cuestión indican que, a pesar de los esfuerzos y las inversiones destinados a la implementación de programas de capacitación en la región, con frecuencia surgen dificultades para llevarlos adelante y en general sus resultados distan de lo esperado (Vezub, 2007).

En este marco, a continuación, se reseña una investigación experimental realizada en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, para evaluar el impacto de diferentes modalidades de formación docente continua en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en la escuela primaria.

¿Qué tipos de iniciativas de desarrollo profesional docente se están llevando adelante en la región?

Como se mencionó previamente, los países de América Latina no permanecen ajenos a la creciente preocupación por la formación docente continua que existe en el mundo. De hecho, en la mayoría de ellos, se prevé por ley el derecho de los docentes a capacitarse a lo largo de sus carreras y se designa algún tipo de entidad para regular y garantizar la oferta de formación (Ávalos, 2007). Además, el desarrollo profesional docente representa en la región uno de los principales elementos del gasto educativo después de los salarios (Bruns y Luque, 2015).

Según reportan algunos autores, la proliferación de programas de capacitación docente inició su auge en la década de los noventa, en el marco de una ola de reformas educativas que se extendió en varios países de la región. Según Vaillant (2005), en general estas tendieron a adoptar

¿Cómo fortalecer la enseñanza de las Ciencias en las escuelas primarias?: un estudio experimental sobre el impacto de diferentes modelos de capacitación docente en escuelas primarias estatales de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina

Ante el panorama de incertidumbre respecto del impacto que tienen los programas de formación docente continua para promover el aprendizaje de las Ciencias, se condujo un estudio experimental para evaluar el efecto marginal de complementar una capacitación presencial con una secuencia didáctica y con el acompañamiento pedagógico de tutores, estimando el costo-beneficio de cada intervención (Albornoz et al., 2020).

Participaron de la investigación 70 escuelas primarias de gestión pública de la Ciudad de Buenos Aires. Todos los docentes de Ciencias de 7° grado (último año de la escuela primaria en la jurisdicción) fueron asignados al azar a uno de tres posibles grupos: Grupo Control, Grupo Secuencia o Grupo Tutores. Los docentes del grupo Control recibieron una capacitación en servicio de 4 horas de duración donde se abordaron las características de la enseñanza por indagación y algunas propuestas de actividades afines al enfoque. El grupo Secuencia recibió la misma capacitación y también una secuencia didáctica modelo para abordar el tema "el Cuerpo Humano" (un contenido propuesto en el diseño curricular para el año escolar), donde se incluían actividades detalladas, preguntas, textos y materiales, que se esperaba que los docentes adaptaran e implementaran en sus clases. Los docentes del Grupo Tutores, además de la capacitación y la secuencia didáctica, recibieron el acompañamiento pedagógico semanal por parte de un tutor especialista en la enseñanza de las Ciencias. Al final de las doce semanas que duró la intervención, se evaluó a la totalidad de los estudiantes sobre el tema del "Cuerpo Humano" y se realizaron encuestas a todos los alumnos y docentes participantes.

Los resultaron muestran que tanto la provisión de la secuencia didáctica como el acompañamiento pedagógico de los tutores tuvieron un impacto positivo en el aprendizaje de los alumnos. En cambio, la capacitación sola resultó insuficiente para que los estudiantes alcanzaran el nivel mínimo de conocimientos esperado. En particular, el rendimiento promedio de los estudiantes de los grupos Secuencia y Tutores en la evaluación fue significativamente superior al del Grupo Control en un 28% y un 38% respectivamente.

No obstante, las diferencias porcentuales en el rendimiento de los alumnos entre los Grupos Secuencia y Tutores no resultaron significativas. Teniendo en cuenta que la elaboración y provisión de secuencias didácticas es una intervención más económica en términos de recursos humanos y materiales y tiene la posibilidad de extenderse a mayor escala, este resultado indica que es una modalidad de formación docente costo efectiva para favorecer el aprendizaje de las Ciencias.

El acompañamiento de los tutores sí impactó de forma positiva y significativa en el aprendizaje de los estudiantes cuyos docentes tenían poca experiencia en la enseñanza de las Ciencias (con menos de 2 años enseñando el área). Además, los docentes del Grupo Tutores reportaron haber destinado más horas de clase a la enseñanza en el área.

Por tanto, los resultados de la investigación hablan de la necesidad de adaptar las intervenciones de formación docente continua en función de la población específica de los docentes a los que se destinan, la evidencia de lo que funciona mejor y la rentabilidad de cada estrategia, a fin de maximizar sus efectos en el aprendizaje de los estudiantes.

la modalidad de cursos sobre temas concretos, impartidos fuera de las escuelas por una duración de tiempo limitada y con escaso seguimiento y aplicación práctica. En consecuencia, se indica que, salvo excepciones, su efecto fue limitado para favorecer cambios en las prácticas de enseñanza (Vezub, 2007). Retomando el estudio experimental realizado en la Ciudad de Buenos Aires, este tipo de capacitación estaría representado por el tratamiento del Grupo Control, donde también se puso en evidencia la escasa incidencia de un curso esporádico en los aprendizajes de los estudiantes (Albornoz et al., 2020) y en las estrategias de enseñanza empleadas por los docentes al analizar los cuadernos de clase de los alumnos cuyos docentes formaron parte del grupo Control (Furman et al., 2018).

Sin embargo, más recientemente se han emprendido otras iniciativas de formación situadas (es decir, que problematizan el propio contexto profesional de cada docente), basadas en la investigación-acción y la reflexión docente, que se distinguen por reconocer la importancia de la práctica en contextos reales, la modelización y el valor de las experiencias de los docentes (Vezub, 2007). En la medida en que se consideran como estrategias más efectivas para promover la revisión de los enfoques tradicionales y establecer nuevos vínculos entre los docentes, sus conocimientos y prácticas (ídem), presentan una gran oportunidad para fortalecer la calidad educativa en general y de las Ciencias en particular. A continuación, se detalla el caso de un programa concreto a modo de ejemplo de este tipo de iniciativas.

Recursos para el trabajo en las aulas

Otro tipo de iniciativas crecientemente valorado y utilizado por los ministerios de educación nacionales y otros organismos consiste en la elaboración y distribución de recursos y materiales que brinden orientaciones concretas a los docentes para el trabajo en las aulas.

En términos generales, como fue señalado previamente, en un contexto donde los diseños curriculares brindan pocas pautas concretas para la enseñanza y es necesario fortalecer la formación pedagógica de los docentes, ofrecer materiales de calidad puede contribuir, de forma costo-efectiva a este propósito. De hecho, en un estudio realizado por la consultora McKinsey, donde se analizaron las políticas y programas que adoptaron 20 sistemas educativos que mostraron mejoras sostenidas o promisorias en el desempeño de sus estudiantes, se encontró que bridarles apoyo a los docentes es clave, sobre todo en los sistemas ubicados en los

El programa de educación en Ciencias Basado en la Indagación: un modelo a seguir

El programa de educación en Ciencias Basado en la Indagación (ECBI) es una iniciativa originalmente ideada a nivel internacional por educadores y científicos con el fin de favorecer nuevas visiones y estrategias pedagógicas que promuevan la educación científica de calidad.

Teniendo en cuenta los resultados favorables obtenidos en otras regiones del mundo, a partir de la década del 2000, comenzó a implementarse en varios países de América Latina, como Argentina, Bolivia, Colombia (Programa Pequeños Científicos), México (La ciencia en tu escuela), Chile (ECBI y MECIBA), Venezuela (Ciencia en la Escuela) y Panamá (Hagamos Ciencia).

Más allá de sus denominaciones en los distintos países y algunas otras particularidades locales, en todos los casos comparten ciertas características fundamentales. En primer lugar, cabe destacar que el programa se basa en la implementación de distintas modalidades de capacitación, incluyendo talleres, a saber: de capacitación inicial donde se introduce la metodología, de profundización con expertos sobre conceptos y estrategias clave, de formación continua de monitores que acompañan a los docentes durante el dictado de clases, de planificación estratégica y estudio de lecciones. También intercambios de experiencias en congresos de profesores (Devés y Reyes, 2007; Uzcátegui y Betancourt, 2013). Por ende, se trata de un tipo de intervención intensiva y extensiva, donde la relación con la práctica y la creación de comunidades de aprendizaje (incluyendo a los equipos de gestión de las escuelas) son dos pilares fundamentales (Devés y Reyes, 2007).

Por otro lado, el programa cuenta con un fuerte componente de evaluación, algo que como se mencionó previamente es un rasgo distintivo entre las iniciativas que predominan en la región. Este está integrado por la evaluación de los aprendizajes y de las percepciones de los estudiantes, docentes y directores involucrados (Uzcátegui y Betancourt, 2013).

En relación al análisis de los resultados obtenidos en dichos procesos de evaluación, cabe señalar que los estudios coinciden en su impacto positivo en todas las dimensiones.

Por ejemplo, se encontraron cambios significativos en las prácticas de enseñanza de los docentes del nivel primario, quienes incorporaron la implementación de actividades basadas en el enfoque por indagación (Muñoz Rojo, 2010). En este sentido, los docentes valoraron especialmente el acompañamiento de los monitores como apoyo efectivo para el llevar adelante las estrategias propuestas en el contexto de clase (Leyton, 2010; Uzcátegui y Betancourt, 2013). Además, se sostiene que estos cambios en las prácticas pedagógicas favorecieron la participación de los estudiantes, contribuyeron a elevar su motivación hacia el aprendizaje y generaron mejor clima de clase (Muñoz Rojo, 2010). También existen evidencias de que los niños escribieron más en sus cuadernos y aumentaron el vocabulario en uso como resultado del programa (Muñoz Rojo, 2010). Finalmente, se hallaron mejoras a nivel institucional, como un incremento en la comunicación y colaboración entre docentes y con los directivos, así como un mayor interés en la organización de otras iniciativas de formación para su desarrollo profesional (Muñoz Rojo, 2010).

niveles más bajos de mejora (como la mayoría de los de los países latinoamericanos). En particular, tomando como casos regionales a Chile y Mina Gerais, Brasil, señala que las intervenciones más exitosas para favorecer la mejora en la calidad educativa en los contextos más críticos incluyen la distribución de materiales de enseñanza preparados, la capacitación sobre el plan de estudios y el suministro de textos escolares de calidad (Mourshed, Chijioke y Barber, 2012).

El ya citado estudio realizado en la Ciudad de Buenos Aires también habla de la potencialidad que tiene el ofrecer recursos para la enseñanza (como las secuencias didácticas) con el fin de promover el aprendizaje de los estudiantes, una modalidad que, además, es más económica y factible de aplicar a gran escala (Albornoz et al., 2020).

Así, en los últimos años muchos gobiernos latinoamericanos han invertido en la compra y difusión de libros de texto (tanto en formato papel como digital) entre las escuelas de forma gratuita, una estrategia que ha demostrado producir mejoras en los aprendizajes (Glewwe et al., 2011; Holden, 2016). También el ya citado estudio realizado en la Ciudad de Buenos Aires habla de la potencialidad que tiene ofrecer recursos para la enseñanza (como las secuencias didácticas) para promover el aprendizaje en Ciencias (Albornoz et al., 2020). La relevancia de estas iniciativas es aún mayor si se tiene en cuenta que son más económicas y factibles de aplicarse a gran escala.

A continuación, se describe un programa centrado en la distribución de materiales didácticos que se implementó en los últimos años en la región: el Programa Ciencia y Tecnología con Creatividad (CTC).

El Programa Ciencia y Tecnología con Creatividad

Ciencia y Tecnología con Creatividad (CTC) es un programa integral para la enseñanza de las Ciencias en la escuela primaria que se llevó a cabo en Brasil hasta el año 2015. Si bien incluyó instancias de formación docente continua, uno de sus componentes fundamentales fue la distribución de libros de actividades para los alumnos y de secuencias estructuradas de enseñanza. Estas incluían propuestas de actividades y sugerencias para abordar diversas temáticas curriculares, como "El cuerpo humano", "Tierra, sol y luna" o "La vida de las plantas".

Un rasgo distintivo de la propuesta didáctica de CTC respecto de otros libros de texto tradicionales es el fuerte foco puesto en la realización de experimentos y experiencias para desarrollar una actitud investigadora en los estudiantes y fortalecer su pensamiento crítico (Almeida, 2013).

Los resultados de impacto de este programa fueron muy positivos. En poco tiempo, alcanzaron a alrededor de un millón de estudiantes en distintas ciudades de Brasil. Además, hay evidencias que indican que el uso de estos materiales en las clases de Ciencias favorece el interés de los profesores y alumnos hacia la materia y promueve la participación activa de los estudiantes en el aprendizaje (Almeida, 2013).

Entre los años 2009 y 2011, este programa también fue implementado en Argentina, con resultados igualmente favorables. En un estudio centrado en el análisis de las percepciones de los actores involucrados en el programa en 62 escuelas estatales de las provincias de Buenos Aires y Tucumán, se encontró que directivos, docentes y estudiantes coincidieron en la valoración positiva sobre CTC. En líneas generales, todos declararon estar de acuerdo con la implementación del programa, lo consideraron un gran aporte al proceso de enseñanza de las Ciencias y lo asociaron con efectos positivos en las aulas (Rivas, s/f).

Más específicamente, se señaló que es una propuesta superadora para la enseñanza de las Ciencias, sobre todo por la incorporación de actividades experimentales. La gran mayoría de los directivos (más del 90%) también reconoció que el programa contribuyó al cumplimiento de los tiempos asignados por el currículum escolar para la enseñanza de las Ciencias y favoreció la integración de los contenidos con otras áreas disciplinares (Rivas, s/f).

En cuanto a las percepciones de los docentes, cabe destacar que la mayoría de ellos manifestaron que los recursos provistos los ayudaron a planificar y ordenar sus clases. Además, muy pocos consideran que la implementación del programa y la utilización de los materiales restringió su flexibilidad para tomar decisiones contextualizadas. Este es un dato particularmente relevante, en tanto uno de los argumentos más frecuentemente aludidos para oponerse a la distribución de secuencias didácticas es que perjudican la autonomía de los docentes (Rivas, s/f).

Respecto de los alumnos, se encontró que el programa aumentó su nivel de interés y disfrute por la asignatura (Rivas, s/f).

En conclusión, estos resultados brindan algunos indicios sobre el efecto de programas que incluyan la distribución de materiales y recursos didácticas de calidad para apoyar la enseñanza, una cuestión que merece ser estudiada en mayor extensión y profundidad en toda la región.

En síntesis

A modo de síntesis, en este capítulo se exploró una cuestión fundamental para fortalecer la educación científica: ¿cómo brindar mayor apoyo a los docentes para el trabajo en las clases de Ciencias?

En particular, se ahondó en cuáles son las dificultades y desafíos que, según diversos estudios, encuentran los docentes de la región para enseñar la asignatura. Por un lado, se identificaron dificultades vinculadas al manejo de contenidos disciplinares y a la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico, lo que apunta a la necesidad de ofrecer una formación disciplinar más profunda. Por el otro, se señaló la importancia de atender a la dimensión pedagógico-didáctica, tanto general como específica, para apoyar a los docentes en la implementación de estrategias didácticas que promuevan la participación activa de los estudiantes y el aprendizaje de capacidades de pensamiento más complejas.

Además, ambas cuestiones interpelan a la importancia de transformar las concepciones de los docentes respecto de la enseñanza y el aprendizaje en general, y de la naturaleza de las Ciencias en particular.

En función de estos resultados, en la segunda sección del capítulo se presentaron algunas iniciativas, tanto de formación inicial como de desarrollo profesional docente, que se adoptaron en distintos países de América Latina en los últimos años. Son solo algunos ejemplos que dan cuenta de un marcado interés en la región por el fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias.

Foto: UNESCO OREALC / Carolina Jerez

Foto: pressfoto / Freepik

Recomendaciones finales

Recomendaciones finales

El análisis del estado de situación de la Educación científica en las escuelas primarias de América Latina muestra un panorama de oportunidad, que demanda acciones concretas para potenciar lo que sucede en cada una de las escuelas y las aulas de la región.

Si bien la revisión de los documentos curriculares o la elaboración de documentos complementarios que orienten más claramente la progresión de los aprendizajes esperados, prioricen contenidos esenciales e incluyan a las capacidades de pensamiento científico como objetivos a alcanzar es un paso necesario para la mejora; podría argumentarse que **la prioridad en la región no pasa por dicha revisión de los contenidos prescriptos, sino por la necesidad de establecer un puente entre los grandes propósitos de la educación científica que se declaran en todos los marcos curriculares y la realidad del aula.**

Como se expuso, la investigación muestra que, hoy, las clases de Ciencias de América Latina siguen un enfoque enciclopedista, con cobertura superficial de contenidos en detrimento de la comprensión profunda y del desarrollo de capacidades de pensamiento curioso y riguroso. Por esta razón es preciso diseñar acciones que incidan en lo que sucede en el aula y en las experiencias de aprendizaje que se les ofrecen a los estudiantes.

En todos los casos, será fundamental **considerar las características del contexto en pos de pensar políticas y acciones específicas que tomen en cuenta el estado de situación, las necesidades más urgentes y las metas a mediano y largo plazo propias de cada uno.**

Las siguientes recomendaciones cobran especial relevancia para los contextos socioeconómicamente más desfavorecidos, que muestran grandes brechas de equidad en toda la región y requieren acciones urgentes:

Formación docente

Un objetivo urgente y fundamental es **fortalecer el repertorio de estrategias de enseñanza y evaluación de los docentes, así como sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y su aprendizaje y sus conocimientos disciplinares**, de modo que puedan diseñar e implementar actividades y secuencias de trabajo que posicionen a los alumnos en un rol protagónico, generando oportunidades de un "hacer" intelectualmente activo y de desarrollo de la autonomía.

Esto se traduce en la necesidad de implementar **acciones de formación docente continua, idealmente situadas en el contexto real de cada docente**, orientadas a revisar las prácticas actuales en pos de generar transformaciones en la enseñanza. Para ello resulta fundamental que las capacitaciones docentes propongan actividades en las cuales los maestros experimenten de primera mano el tipo de estrategias que luego ellos van a tener que poner en juego en el aula, acompañadas por una reflexión didáctica que contribuya a la apropiación de las nuevas estrategias y a la construcción de hábitos de reflexión sobre la práctica.

También implica la necesidad **de revisar la formación docente inicial** apuntando a preparar a los futuros docentes para una enseñanza más desafiante y que genere mejores oportunidades para niños y niñas. Para ello será fundamental que tanto los programas de estudio como las experiencias en el aula de la formación inicial estén alineados con las evidencias que surgen de la investigación educativa, incluyendo lo que se conoce como "buenas prácticas" de enseñanza y evaluación. En este sentido, resulta esencial que se profundicen los espacios de trabajo que articulan los saberes disciplinares y didácticos; también que se ofrezcan y analicen reflexivamente experiencias modélicas que ofrezcan buenos ejemplos para orientar la acción docente cuando los maestros comiencen su experiencia profesional luego de recibidos.

Trabajo con las escuelas y generación de comunidades de práctica

Se plantea también la urgencia de fortalecer el rol de los docentes como profesionales reflexivos brindándoles **oportunidades de trabajo con colegas en la comunidad de práctica de su escuela y en red con otras escuelas** en las que puedan analizar sus prácticas de enseñanza y evaluación, discutir producciones de los alumnos y diseñar secuencias y proyectos de enseñanza.

Para ello se hace preciso trabajar a nivel institucional, fortaleciendo a su vez el liderazgo pedagógico de los equipos directivos, de modo de construir espacios de trabajo y reflexión entre docentes que se sostengan en el tiempo y permitan avanzar en la transformación de las prácticas.

Uso de los resultados de la evaluación de la calidad educativa

Otra recomendación importante es la de **generar oportunidades para que las escuelas analicen, discutan y reflexionen sobre los resultados de las evaluaciones de la calidad educativa**, con el propósito de generar acciones y planes concretos de mejora contextualizadas en la realidad de cada institución.

Recursos didácticos y material de apoyo a la enseñanza

También resulta clave considerar la necesidad de **desarrollar recursos didácticos de calidad** (secuencias de trabajo para el aula, materiales multimedia, etc.) que orienten de manera clara y concreta a los docentes para la planificación e implementación de unidades didácticas y clases, asimismo que sirvan como punto de partida para iniciar la transformación de la enseñanza. Estos recursos son fundamentales en tanto las prácticas docentes actuales distan mucho de lo que internacionalmente se describe como "buenas prácticas" en el área de Ciencias y, por tanto, su transformación requiere un andamiaje cercano que puede ser provisto tanto por materiales de apoyo, como por mentores, capacitadores o el mismo trabajo entre colegas.

Foto: Cherries/Shutterstock.com

Colaboración

Para la elaboración de la publicación, la autora agradece la colaboración de Mariana Luzuriaga, Inés Taylor y María Eugenia Podestá (Programa de Educación en Ciencias de la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés).

Referencias

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una Introducción a la Naturaleza de la Ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Aguerrondo, I. (2004) Los desafíos de la política educativa relativos a las reformas de la formación docente. En AA.VV. *Maestros en América Latina: Nuevas perspectivas sobre su formación y desempeño*. Santiago de Chile: PREAL-CINDE, 97-142.

Aguerrondo, I. y Vezub, L. (2003) Los primeros años como maestro. Desarrollo profesional de los docentes uruguayos. Programa de modernización y Formación Docente. Montevideo: ANEP-MEMFOD.

Aguerrondo, I. y Vezub, L. (2011) Las instituciones terciaras de formación docente en Argentina. Condiciones institucionales para el liderazgo pedagógico. *Educar*, 47(2).

Albornoz, F., Anauati, M.V., Furman, M., Luzuriaga, M., Podestá, M.E., y Taylor, I. (2020) Training to teach science: experimental evidence from Argentina. *World Bank Economic Review*, Volume 34, Issue 2, June 2020, Pages 393–417, https://doi.org/10.1093/wber/lhy010 .

Almeida, V. L. D. C. (2013). A importância do projeto científico no ensino de educação básica. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas)—Universidade de Brasília, Brasília.

Anderson, L. W., y Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom´s Taxonomy of educational objectives. New York: Longman.

ANEP. (2008) *Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008*. Disponible en http://www.ceip.edu.uy/IFS/documentos/2015/lengua/recursos/programaescolar.pdf

ANEP. (2015). *Evaluación Nacional en 6o año. En Matemática, Ciencias y Lengua 2013 Primer informe*. Disponible en https://www.ineed.edu.uy/images/pdf/aristas/anep_2015_evaluacion-nacional-de-aprendizajes-2013.pdf

ANEP. (2018). *Sistema de Evaluación de Aprendizaje – Nuestra historia*. Disponible en http://www.anep.edu.uy/sea/?page_id=2545#top

Atrio Cerezo, S., y Calvo Pascual, M. A. (2017). El Concepto Físico-Químico de Materia en las Escuelas Latinoamericanas de Educación Primaria: Cuándo y con qué Profundidad se Trabaja. *Education Policy Analysis Archives*, 25(98/99), 1-24.

Ávalos, B. (2007) El desarrollo profesional continuo de los docentes: lo que nos dice la experiencia internacional y de la región latinoamericana. *Revista Pensamiento Educativo*, 41(2), 77-99.

Ávalos, B. y Matus, C. (2010) La formación inicial docente en Chile desde una óptica internacional. Evidencia Nacional del Estudio Internacional IEA TEDS-M. Santiago de Chile: Ministerio de Educación de Chile.

Banco Mundial (2004) *Books, Buildings and Learning Outcomes: An Impact Evaluation of World Bank Support to Basic Education in Ghana*. Washington, DC.: Banco Mundial.

Benavot, A. (2004) *A global study of intended instructional time and official school curricula, 1980-2000*. Background paper prepared for the Education for All Global Monitoring Report 2005 The Quality Imperative. UNESCO. Disponible en: https://goo.gl/thu7TJ

Berg, A., y Moore Mensah, F. (2014). De-marginalizing science in the elementary classroom by coaching teachers to address perceived dilemmas. *Education Policy Analysis Archives*, 22.

Borko, H., Whitcomb, J. y Kathryn, B. (2008) Genres of Research in Teacher Education. En Cochran-Smith, M., Feiman-Nemser, S., McIntyre, D. y Demers, K. (Eds.) *Handbook of Reasearch on Teacher Education Enduring Questions in Changing Contexts*. Nueva York: Routledge.

Bruns, B., y Luque, J. (2014). *Docentes excelentes: Cómo mejorar el aprendizaje en América Latina y el Caribe,* resumen, Washington, DC, Banco Mundial. Licencia: Creative Commons de Reconocimiento CC BY 3.0. Publicado originalmente en inglés. En caso de discrepancias, prevalecerá el idioma original.

Caijao Restrepo, F. (2008) Un recorrido por la geografía de la evaluación. *Revista Internacional Magisterio*, 35, 28-31.

Calónico, S., & Ñopo, H. (2007). Where did you go to school? Private-Public differences in schooling trajectories and their role on earnings. *Well-Being and Social Policy*, 3(1), 25-46.

Calvo, G., Rendón, D.L., y Rojas (2004) Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, 47, 201-217.

Canabal, Y., Furman, M. y Luzuriaga, M. (2018) ¿Aprendizaje de élite? Caracterización de la enseñanza de las Ciencias Naturales en escuelas primarias de élite de la provincia de Buenos Aires. *Revista de innovación en Enseñanza de las Ciencias*, (en prensa).

Cañal de León, P.C. (2000) El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En: Perales Palacios, F.P. y Cañal de León, P. (coords.) *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y prácica de la enseñanza de las ciencias*. Valencia: Editorial Marfil.

Carlson, J., Davis, E.A., y Buxton, C. (2014) Supporting the implementation of the Next Generation Science Standards (NGSS) through research: curriculum materials. Disponible en: https://narst.org/ngsspapers/curriculum.cfm

Çiftçi, Ş. K., & Cin, F. M. (2017). The Effect of Socioeconomic Status on Students' Achievement. *The Factors Effecting Student Achievement* (pp. 171-181). Springer, Cham.

Cisternas, T. (2011) La investigación sobre formación docente en Chile. Territorios explorados e inexplorados. *Calidad en la Educación*, (35), 131-164. DOI: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652011000200005

Cochran-Smith, M. (2002) The Outcomes Question in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, 17, 527-546.

Cochran-Smith, M. (2004). *Walking the road: Race, diversity and social justice in teacher education*. Nueva York: Teachers College Press.

Cofré, H., Galaz, C., García, C., Honores, M., Moreno, L., Andrade, L. y Vergara, C. (2009). Frecuencia y tipo de actividades de laboratorio que realizan profesores/as primarios en el área de las ciencias, en Santiago de Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3432-3435. Disponible en http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3432-3435.pdf).

Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., & Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos (Valdivia),* 36(2), 279-293.

Consejo Federal de Educación de Argentina (2007a) Resolución N°30/07. Buenos Aires, Argentina, 29 de noviembre de 2007.

Consejo Federal de Educación de Argentina (2007b) Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial. Documento aprobado por Resolución N°24/07.

Consejo Federal de Educación (CFE) (2011) Resolución CFE N° 165/11 (Argentina).

Cruces, G., Domench, C. G., Gasparini, L. (2012). *Inequality in Education: Evidence for Latin America*, Documento de Trabajo, No. 135. Disponible en https://www.econstor.eu/bitstream/10419/127654/1/cedlas-wp-135.pdf

DeBoer, G. A. (1991) *A history of Ideas in Science Education*. Nueva York: Teachers College Press.

Declaración de Budapest (1999) Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: un nuevo compromiso*. Disponible en: http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm

Devés, R., & Reyes, P. (2007). Principios y estrategias del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). *Rev. Pensamiento Educativo*, 41(2), 115-131.

Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2018). *Diseño Curricular para la Educación Primaria: Primer ciclo y Segundo ciclo*. Disponible en http://abc.gob.ar/primaria/dise%C3%B1o-curricular-primer-ciclo-y-segundo-ciclo

Duarte, J., Gargiulo, C., & Moreno, M. (2011). Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE. *Notas Técnicas #IDB-TN-277*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1065/627.%20Infraestructura%20escolar%20y%20aprendizajes%20en%20la%20educaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20latinoamericana.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Duró, E. (2015). *Tendencias y alcances en el campo de la evaluación educativa en América Latina. Complementariedad entre modelos externos y procesos autoevaluativos en pos de la mejora continua*. IV Conferencia ReLac, Lima, Perú. Disponible en https://www.unicef.org/argentina/spanish/Edu_IVConferenciaReLacFINAL.pdf

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*. 38:1, 39-72, DOI: 10.1080/03057260208560187

Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS) (2015) *Science Results*. Disponible en https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/#side

Fabara Garzón, E. (2016) La formación y el ejercicio de la docencia universitaria en Ecuador. Desafíos. *Alteridad, Revista de Educación*, 11(2), 171-181. DOI: http//doi.org/ 10.17163/alt.v11n2.2016.03

Fensham, P. J. (2004). Increasing the relevance of science and technology education for all students in the 21st century. *Science Education International*, 15(1), 7-26.

Fernández Nistal, M. T. y Tuset Bertrán, A.M. (2008) Calidad y equidad de las prácticas educativas de maestros de primaria mexicanos en sus clases de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 6(3), 157-171.

Ferrer, G. (2006). *Sistemas de evaluación de aprendizajes en América Latina: balance y desafíos*. PREAL. Disponible en http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/Ferrer.Eval..pdf

Ferrer, G. & Caldani, F. (2015), *Análisis de los procesos de formulación curricular en Uruguay durante el período 2006-2008: subsistemas de educación primaria, secundaria y técnica*, INEEd, Montevideo.

Ferrer, G., Valverde, G. A., & Esquivel Alfaro, J. M. (1999). *Aspectos del curriculum prescrito en América Latina: Revisión de tendencias contemporáneas en curriculum, indicadores de logro, estándares y otros instrumentos*. Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación de GRADE y PREAL. Disponible en http://www.grade.org.pe/upload/publicaciones/archivo/download/pubs/Ferrer-Aspectos%20Curriculum.PDF

Flores Arévalo, I. (2004). ¿Cómo estamos formando a los maestros en América Latina? *Encuentro Internacional El desarrollo professional de los docentes en América Latina, Lima 26-28 de noviembre de 2003* PROEDUCA. Programa de Educación Básica de la Cooperación Alemana al Desarrollo, GTZ, Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Fourez, G. (1987) *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue SRL.

Fullan, M. (2002) *Las fuerzas del cambio. Explorando las profundidades de la reforma educativa*. Madrid: Akal.

Furman, M. (2012). ¿ Qué ciencia estamos enseñando en escuelas de contextos de pobreza?. *Praxis & Saber*, 3(5).

Furman, M. y Podestá, M.E. (2009) *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.

Furman, M., Luzuriaga, M., Taylor, I., Anauati, M., & Podestá, M. (2018). Abriendo la «caja negra» del aula de ciencias: un estudio sobre la relación entre las prácticas de enseñanza sobre el cuerpo humano y las capacidades de pensamiento que se promueven en los alumnos de séptimo grado. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 36(2), 81-103. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2519.

Ganimian, A. J. (2015). *Pistas hechas en Latinoamérica ¿Qué hicieron los países, escuelas y estudiantes con mejor desempeño en el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE)?* Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Red Latinoamericana por la Educación. Disponible en: https://static1.squarespace.com/static/5990cfd52994ca797742fae9/t/599103bdf14aa1d172a8173a/1502675927714/Informe+TERCE+LatAm.pdf

Ganimian, A.J. (2009) *¿Cuánto están aprendiendo los niños en América Latina? Hallazgos claves del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)*. Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe (PREAL).

García-Ruiz, M. y Sánchez Hernández, B. (2006) Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles Educativos*, XXVIII(114), 61-89.

Gatti, B. y Sá Barreto, E. (2009) *Professores do Brasil: Um estado da arte*. Brasilia: UNESCO-Brasil y Ministério da Educação.

Gelber, D., Treviño, E., & Inostroza, P. (2016). *Inequidad de género en los logros de aprendizaje en educación primaria ¿Qué nos puede decir TERCE?: Reporte Completo.* UNESCO. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244349_spa

Gellon, G; Rossenvasser Feher, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2018). La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla. Buenos Aires: Siglo XXI.

Gil, D. y Vilches, A. (2004) Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272.

Gillies, J., y Quijada, J. J. (2008). Opportunity to Learn: A High Impact Strategy for Improving Educational Outcomes in Developing Countries. Working Paper. *Academy for Educational Development*.

Giordan, A. y De Vecchi, G. (1995) Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada.

Godoy, V., Segarra, C. I. Y Di Mauro, F. (2013) Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3).

Gopnik, A. y Meltzoff, A. (1997) *Words, Thoughts, and Theories.* Cambridge, MA: MIT Press.

Guerra Ramos, M. T., Valentín, L., & María, D. (2011). Las actividades incluidas en el libro de texto para la enseñanza de las ciencias naturales en sexto grado de primaria: análisis de objetivos, procedimientos y potencial para promover el aprendizaje. *Revista mexicana de investigación educativa*, 16(49), 441-470.

Gweon, H. y Shultz, L.E. (2011) 16-Month-Olds Rationally Infer Causes of Failed Actions. *Science*, 332, 1524.

Gweon, H., Tenenbaum, J.B. y Schulz, L.E. (2010) Infants consider both the sample and the sampling process in inductive generalization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(20), 9066-9071.

Hanushek, E. A., & S. G. Rivkin. (2010). "Generalizations about Using Value-Added Measures of Teacher Quality." *American Economic Review*. 100 (2): 267–71.

Hanushek, E.A. y Woessmann, L. (2012) Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics*, 99(2), 497-512.

Harlen, W. (2000) *The teaching of Science in Primary Schools*. Londres: David Fulton Publishers.

Harlen, W. (2008) *Teaching, learning and assessing science K-12*. Londres: SAGE Publications.

Hernández, V., Gómez, E., Maltes, L., Quintana, M., Muñoz, F., Toledo, H., Riquelme, V., Henríquez, B., Zelada, S., y Pérez, E. (2011) La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. DOI: 10.4067/S0718-07052011000100004

Jacob, W. J., & Holsinger, D. B. (2008). Inequality in education: A critical analysis. *Inequality in Education* (pp. 1-33). Springer, Dordrecht.

King, K., Shumow, L., & Lietz, S. (2001). Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education*, 85(2), 89-110.

Klhar, D., Zimmerman, C. Y Jirout, J. (2011) Educational Interventions to Advance Children´s Scientific Thinking. *Science*, 333, 971-975.

Kuhn, D. (2012) *Enseñar a pensar*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Lerner, D., Aisenberg, B., y Espinoza, A. (2010). La lectura y la escritura en la enseñanza de Ciencias Naturales y de Ciencias Sociales. Una investigación en didácticas específicas. En: Castorina, J. y Orce, V. (Coords). *Anuario del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*. Buenos Aires: FFyL. UBA.

Ley de Educación Nacional de la República Argentina N°26,206 (2006).

Leyton, E. (2010) Funcionamiento del Programa ECBI Chile. Ponencia presentada en el *Seminario Lamap/ECBI y reunión IndagaLA*, Venezuela.

LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación). (2016). Informe de resultados del tercer estudio regional comparativo y explicativo (TERCE). *REICE. Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. 14(4): 9-32.

López Rolandi, N. E. (2017). Despertar de las vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. *Revista Científica Estudios e Investigaciones*, 6(1), 64-77.

López-Valentín, D.M. y Guerra-Ramos, M. T. (2013) Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de Ciencias Naturales para educación primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 173-191.

Macedo, B., Katzkowicz, R. Y Quintanilla, M. (2006) La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana. En Katzkowitcz, R. Y Salgado, C. *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica. Proyecto: ConCiencias para la sostenibilidad*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO.

Mantzicopoulos, P. Patrick, H. y Samarapungavan, A. (2013) Science literacy in school and home contexts: Kindergarteners´ science achievement and motivation. *Cognition and instruction*, 31(1), 62-119.

Mantzicopoulos, P. y Patrick, H. (2011) Reading picture books and learning science: engaging young children with informational text. *Theory into Practice*, 50(4), 269-276.

Mares Cárdenas, G., Guevara Benítez, Y., Rueda Pineda, E., Rivas García, O., y Rocha Leyva, H. (2004). Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(22).

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: Country Comparisons. International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *Australian Academy of Learned Academies (ACOLA)*. Melbourne, Australia. Disponible en http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf

Martín, E., & Rizo, F. M. (2009). *Avances y desafíos en la evaluación educativa*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en www.oei.es/historico/metas2021/EVAL.pdf

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Disponible en http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/

Martínez-Rizo, F. (2016). Impacto de las pruebas en gran escala en contextos de débil tradición técnica: Experiencia de México y el Grupo Iberoamericano de PISA. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 22(1).

Martínez, J. L. (2008) Las condiciones institucionales de formación de los maestros para el uso de las nuevas tecnologías en la escuela primaria. *EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 27.

Martinic, S. (2015) El tiempo y el aprendizaje escolar. La experiencia de la extensión de la jornada escolar en Chile. *Revista Brasileira de Educação*, 20(61).

Melhuish, E.C. (2011) Preschool matters. *Science*, 333, 299-300.

Meschengieser, C., & Otero, M. P. (2016). *Informe de resultados TIMSS 2015. Ciudad Autónoma de Buenos Aires*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Unidad de Evaluación Integral de la Calidad y Equidad Educativa. Disponible en http://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/informe_timss_con_indice_2.pdf

Metz, K. (1998) Scientific inquiry within reach of young children. En: Biddle, B.J., Godd, T. Y Goodson, I. (Eds.) *International handbook of science education*. Londres: Springer. Pp 81-96.

Miller, J.D. (1983) Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.

Ministerio de Educación (Chile). (2012) *Orientaciones Generales para Ciencias Naturales de 1º a 6º Básico*. Disponible en http://www.curriculumnacional.cl/inicio/1b-6b/

Ministerio de Educación (Ecuador). (2008). *Currículo de EGB y BGU, Ciencias Naturales*. Disponible en https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf

Ministerio de Educación (Guatemala). (2008). *Currículo Nacional Base*. Dirección General de Currículum. Disponible en http://www.mineduc.gob.gt/DIGECUR/?p=CNB.asp&t=Curriculo_Nacional_Base_CNB

Ministerio de Educación (México) (2011) *Programa de estudio*. Disponible en https://www.gob.mx/sep/documentos/plan-de-estudios-educacion-basica-en-mexico-2011

Ministerio de Educación (Perú). (2016). *Educación Básica Regular – Programa curricular de Educación Primaria*. Disponible en http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-primaria-16-marzo.pdf

Ministerio de Educación Nacional (Colombia). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Disponible en https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional (Colombia). (2008). *Estándares Básicos de Competencias y Ciencias Sociales y Ciencias Naturales*. Disponible en http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-167860_archivo.pdf

Ministerio de Educación y Cultura (Paraguay). (2008). *Programa de Estudio 5º grado*. Disponible en http://www.ibe.unesco.org/curricula/paraguay/py_be_pr5_2008_spa.pdf

Ministerio de Educación y Deporte (Argentina). (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritario, Primer ciclo*. Disponible en http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap-egb-primario.pdf

Ministerio del Poder Popular para la Educación (Venezuela). (2007). *Currículo del Subsistema de Educación Primaria Bolivariana*. Disponible en http://www.cerpe.org.ve/tl_files/Cerpe/contenido/documentos/Actualidad%20Educativa/Curriculo%20Educacion%20Primaria%20Bolivariana.%202007.pdf

Mourshed, M., Chijioke, C., y Barber, M. (2012) *¿Cómo continúan mejorando los sistemas educativos de mayor progreso en el mundo?* Santiago de Chile: PREAL.

Muñoz Rojo, M. I. (2010) Análisis del impacto en la implementación del programa Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), en las escuelas municipalizadas de la V región, Valparaíso, Chile. *Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021*. Buenos Aires, 13, 14 y 15 de septiembre de 2010. Disponible en http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/INICIALEINFANCIA/RLE2822_Munoz.pdf

Murillo, F. J., & Román, M. (2010). Retos en la evaluación de la calidad de la educación en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 53(53), 97-120.

Näslund-Hadley, E., Bando, R., Rocha, J., & Bos, M. S. (2016). *Todos los Niños Cuentan: Enseñanza temprana de las matemáticas y ciencias en América Latina y el Caribe. Reporte corto*. Disponible en https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7281/Todos-los-ninos-cuentan.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Näslund-Hadley, E., Cabrol, M., & Ibarraran, P. (2009). *Beyond Chalk and Talk: Experimental Math and Science Education in Argentina*. Inter-American Development Bank.

Näslund-Hadley, E., Martínez, E., Loera, A., & Hernández-Agramonte, J. M. (2012). *El camino hacia el éxito en matemáticas y ciencias. Desafíos y triunfos en Paraguay*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación.

National Research Council (2012) *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC.: National Academies Press.

Nye, B., Konstantopoulos, S., & Hedges, L. V. (2004). "How Large Are Teacher Effects?" *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 26(3), 237-257.

Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe & Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (OREALC/UNESCO). (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales: Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf

Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe & Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (OREALC/UNESCO). (2013). *Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Análisis curricular*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002275/227501s.pdf

Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe & Laboratorio Latinoamericano de

Evaluación de la Calidad de la Educación (OREALC/UNESCO). (2015) *Informe de resultados TERCE: logros de aprendizaje*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO.

Olmos de Montañez, Oly. (2009). Algunas ideas para la reconceptualización de la pedagogía como fundamento de la formación docente. *Paradigma*, 30(1), 7-29.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016) PISA 2015. Resultados Clave. Paris: OCDE.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2011). *Private schools: Who benefits?* PISA in focus 7, Education Policy, Paris, France.

Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2010) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199

Pereyra, A. (2008). La fragmentación de la oferta educativa en América Latina: la educación pública vs. la educación privada. *Perfiles educativos*, 30(120), 132-146.

Porlán, R. (1999) Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. En Kaufmann, M. y Fumagalli, L (Comps.) *Enseñar Ciencias Naturales: reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Paidós.

Programa de Promoción de la Reforma Educativa de América Latina y el Caribe (PREAL) (2002) El tiempo y el aprendizaje en América Latina. *Formas & Reformas de la Educación. Serie Políticas*., 4(11).

Provincia del Chaco - Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnologia. (2012). Curriculum para la Educación Primaria del Chaco. Disponible en http://www.dirdocumentacion.com.ar/repo/modulos/buscador/documentos/EDUCACION%20PRIMARIA%20-%20CHACO.pdf

Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A. Y Porro, S. (2016) Del discurso a la práctica de aula: imágenes de ciencia en profesores y profesoras de Biología. *Revista de educación en Biología*, 18(2), 11-19.

Pujalte, A.P., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014) Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Cienc. Educ.* 20(3), 535-548.

Pujol, R. M. (2003) *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Ravela, P. (2009) Consignas, devoluciones y calificaciones: los problemas de la evaluación en las aulas de educación primaria en América Latina. Páginas de educación, 2(1), 49-89. DOI: https://doi.org/10.22235/pe.v2i1.703

Ravela, P. (2010) *¿Qué pueden aportar las evaluaciones estandarizadas a la evaluación en el aula?* Santiago de Chile: PREAL.

Rivas, A. (s/f) *Evaluación de impacto del Programa Ciencia y Tecnología con Creatividad desde la percepción de los actores*. Buenos Aires: CIPPEC.

Rivas, A. (2015). *América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015).* Fundación Cippec. Buenos Aires, Argentina.

Rivas, A., & Sanchez, B. (2016). Políticas y resultados educativos en América Latina: un mapa comparado de siete países (2000-2015). *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 22(1).

Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73(2), 417-458.

Romagnoli, C. M., y Massa, M. (2016). Análisis de contenidos de libros de textos de Ciencias Naturales para el Primer Ciclo de Educación Primaria: Un estudio centrado en los fenómenos luminosos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 9.

Ruiz, M., Montenegro, M., Meneses, A., & Venegas, A. (2016). Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: contenidos y habilidades en educación primaria. *Perfiles educativos*, 38(153), 16-33.

Ruiz Cuéllar, G. (2012). La Reforma Integral de la Educación Básica en México (RIEB) en la educación primaria: desafíos para la formación docente. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 15(1).

Saavedra, A. y Opfer, V. (2012). *Teaching and Learning 21st Century Skills: Lessons*

Salilas, E. y Wicha, N.Y.Y. (2012) Early learning shapes the memory networks for arithmetic: Evidence from brain potentials in bilinguals. *Psychological Science*, 23(7), 745-755.

Sanders, W. L., & Rivers, J. C. (1996). *Cumulative and residual effects of teachers on future student academic achievement*. Tennessee: University of Tennessee Value-Added Research and Assessment Center.

Santiago Benítez, A., Severin, E., Cristia, J., Ibarrarán, P., Thompson, J. y Cueto, S. (2010) *Evaluación experimental del programa "una laptop por niño" en Perú*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3876/Evaluaci%C3%B3n%20Experimental%20del%20Programa%20%C2%BFUna%20Laptop%20por%20Ni%C3%B1o%C2%BF%20en%20Per%C3%BA.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Santiago Benítez, G., Caballero Álvarez, R., Gómez Mayén, D. Y Domínguez Cuevas, A. (2013) El uso didáctico de las TIC en escuelas de educación básica en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XLIII(3), 99-131.

Scott, C. L. (2015) El Futuro del Aprendizaje. ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el Siglo XXI? *Investigación y*

prospectiva en Educación. Documentos de Trabajo, 14 (Nov. 2015). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Secretaría de Educación Pública (México). (2011). *Programa de Estudio, 4° Grado*. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/15754/Cuarto_grado_-_Ciencias_Naturales.pdf

Secretaría de Evaluación Educativa (SEE). (2017a) *Aprender 2017. Informe de resultados – Primaria*. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_nacional_2017_primaria.pdf

Secretaría de Evaluación Educativa (SEE). (2017b). *¿Cómo nos preparamos para aprender 2017? Nivel primario.* Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/como_nos_preparamos_primaria_aprender2017.pdf

Severin, E. y Capota, C. (2011) *Modelos Uno a Uno en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Simulador de la Prueba Nacional Aprender. (2017) Disponible en https://simuladorevaluaciones.educacion.gob.ar/

Sodian, B., Zaitchik, D. y Carey, S. (1991) Young children´s diferentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62(2), 169-184.

Tai, R.H., Liu, Q.C., Maltese, V. Y Fan, X. (2006) Planning early for careers in science. *Science*, 312, 1143-1144.

Tenti Fanfani, E., Meo, A., & Gunturiz, A. (2010). *Estado del arte: escolaridad primaria y jornada escolar en el contexto internacional. Estudio de casos en Europa y América Latina.* Buenos Aires: IIPE-UNESCO.

Tilgner, P. J. (1990). Avoiding science in the elementary school. *Science Education*, 74(4), 421-431.

Treviño, E., Fraser, P., Meyer, A., Morawietz, L., Inostroza, P, y Naranjo, E. (2016). *Informe de resultados TERCE. Factores Asociados.* LLECE. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002435/243533s.pdf

Treviño, E., Villalobos, C., & Baeza, A. (2016). *Recomendaciones de políticas educativas en América Latina en base al TERCE*. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002449/244976s.pdf

UNESCO (2004) *EFA Global monitoring report 2005. Education for All: The Quality Imperative*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2010) *Estado del arte: Escolaridad primaria y jornada escolar en el contexto internacional. Estudio de casos en Europa y América Latina.* Buenos Aires: IIPE-UNESCO.

UNESCO (2013). *Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo: Análisis Curricular*. Santiago de Chile: UNESCO. Disponible en http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/analisis-curricular-terce.pdf

Uzcátegui, Y. y Betancourt, C. (2013) La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78), 109-127.

Vaillant, D. (2005) *Formación de docentes en América Latina. Re-inventando el modelo tradicional*. Barcelona: Octaedro.

Vaillant, D. (2013) *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. Caso Uruguay*. Buenos Aires: UNICEF.

Vaillant, D. (2016) El fortalecimiento del desarrollo profesional docente: una mirada desde Latinoamérica. *Journal of Supranational Policies of Education*, 5, 5-21. DOI: http://dx.doi.org/10.15366/jospoe2016.5

Valverde, G., & Näslund-hadley, E. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Veleda, C. (2013) Una mirada amplia sobre el tiempo en educación. En *Nuevos tiempos para la educación primaria: lecciones sobre la extensión de la jornada escolar*. - Buenos Aires: Fundación CIPPEC y UNICEF Argentina.

Vergara, C., & Cofré, H. (2008). La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica chilena: un camino por recorrer. *Revista Foro Educacional*, 14, 85-104.

Verger, A., Moschetti, M., & Fontdevila, C. (2017). *La privatización educativa en América Latina*. Disponible en https://download.ei-ie.org/Docs/WebDepot/Privatizacion%201-Abril.pdf

Vezub, L. F. (2007) La formación y el desarrollo profesional docente frente a los nuevos desafíos de la escolaridad. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 11(1), 1-24.

Vílchez López, J. E. y Benavides, T. E. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 222-241. Disponible en https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_2_6_ex840.pdf

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science education*, 87(1), 112-143.

Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W. Y., Scarloss, B., and Shapley, K. L. (2007). *Reviewing the Evidence on How Teacher Professional Development Affects Student Achievement*. (Issues & Answers Report, REL 2007-No. 033). Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation an Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Southwest.

Sector de Educación

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Aprender ciencias en las escuelas primarias de América Latina

La alfabetización científica de niños, niñas y jóvenes ha sido declarada una meta educativa prioritaria para la formación de ciudadanos competentes en las sociedades actuales y futuras, profundamente atravesadas por los avances científicos y tecnológicos.

Por tal motivo, desde 2017, la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe ha reforzado su trabajo sobre educación científica de forma intersectorial, a través de la colaboración entre el Sector de Educación y el Programa de Política Científica del Sector Ciencias Naturales, con el propósito de promover una profunda transformación de la enseñanza de las ciencias en cuanto a qué se debe enseñar y cómo.

Confiamos en que esta publicación, identificando los principales desafíos de las distintas dimensiones vinculadas a la temática, sea un valioso insumo para la revisión y la implementación de políticas educativas que favorezcan la alfabetización científica de niños y niñas de la región.

4 EDUCACIÓN DE CALIDAD

Objetivos de Desarrollo Sostenible